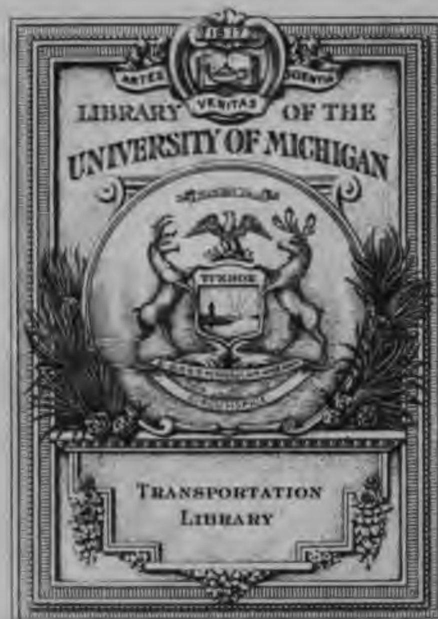



ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
TRANSPORTATION
LIBRARY

APERÇU

DES

CHEMINS DE FER RUSSES

Russkoe tekhnicheskoe obshchestvo, Leningrad.

APERÇU

DES

CHEMINS DE FER RUSSES

DEPUIS L'ORIGINE JUSQU'EN 1892

Élaboré et publié à l'occasion de la IVe session (Saint-Pétersbourg) du Congrès international des chemins de fer
et sous les auspices de la Commission Russe d'organisation de cette session

PAR LA VIIIe SECTION CHEMINS DE FER

DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE TECHNIQUE DE RUSSIE

Rédacteur en chef :

André de GORTSCHAKOV

Ingénieur des voies de communication,
Président de la VIIIe section et membre honoraire de la Société Impériale Technique de Russie,
Membre de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer.

Rédacteurs de l'Édition française :

Vladimir HERZENSTEIN

Ingénieur des voies de communication et Ingénieur civil,
Membre du Conseil de la VIIIe section
de la Société Impériale Technique de Russie,
Membre honoraire de la Société des Ingénieurs civils
de France.

ET

Louis WEISSENBRUCH

Ingénieur principal
aux chemins de fer de l'État belge,
Secrétaire général
de la Commission permanente du Congrès international
des chemins de fer.

Texte. — Tome I

BRUXELLES
PAUL WEISSENBRUCH, IMPRIMEUR DU ROI
ÉDITEUR
45, rue du Poinçon, 45

1897

ERRATUM

Première partie, chapitre III, page 80, 3e ligne du bas, *au lieu de* : « 1.40 rouble », *lisez* : « 1.80 rouble ».



TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Établissement de la route.

CHAPITRE II

Ouvrages d'art.

Remarque. — Les dessins se rapportant à ce chapitre forment un atlas séparé.

CHAPITRE III

Superstructure.

CHAPITRE IV

Stations.

CHAPITRE V

Bâtiments.

CHAPITRE VI

Organisation du service de la voie et des bâtiments.

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Constructions mécaniques des chemins de fer.

CHAPITRE II

Locomotives.

CHAPITRE III

Voitures et wagons.

CHAPITRE IV

Matériel roulant des lignes secondaires et d'intérêt local.

CHAPITRE V

Organisation du service de la traction et du matériel roulant.

TROISIÈME PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Organisation de la partie commerciale de l'exploitation.

CHAPITRE II

Organisation de la partie technique du mouvement.

A. — Service du matériel roulant.

B. — Mouvement des trains.

CHAPITRE III

Accidents.

CHAPITRE IV

Organisation du service du mouvement et du service du télégraphe.

PRÉFACE DE L'ÉDITION FRANÇAISE

La VIII[e] section de la Société Impériale Technique de Russie, par laquelle cet ouvrage a été publié, sous les auspices de la Commission russe d'organisation de la quatrième session du Congrès des chemins de fer, a bien voulu nous confier la rédaction de l'édition française.

Nous prions le lecteur de nous accorder toute son indulgence pour les imperfections du style ou de la traduction et d'avoir égard aux difficultés de notre tâche. Nous avons dû, sans pouvoir nous concerter verbalement avec aucun des nombreux auteurs et traducteurs, revoir les manuscrits français, les contrôler sur le texte russe et chercher à pénétrer, au travers d'une forme parfois confuse, la description de choses qu'il nous était souvent impossible d'approcher.

Nous saisissons cette occasion pour remercier bien sincèrement les traducteurs de leur œuvre ardue et modeste.

L'atlas a été lithographié en deux langues, à Saint-Pétersbourg, de manière à pouvoir servir à la fois à l'édition russe et à l'édition française. Par suite d'un malentendu, les épreuves ne nous en ont pas été soumises : c'est ce qui explique certaines erreurs dans les inscriptions, mais nous croyons que le lecteur pourra facilement faire lui-même les rectifications nécessaires.

Il convient de dire un mot du système que nous avons employé pour la transcription des noms propres russes en caractères latins.

Aucune méthode de transcription n'a jusqu'ici été adoptée d'une manière générale, comme le fait remarquer M. Élisée Reclus dans son classique traité de géographie universelle. Il en résulte que la plus grande fantaisie règne dans les orthographes latines, non seulement des noms géographiques, mais aussi des noms de personnes.

Les méthodes de transcription les plus usitées sont celles qui cherchent à rendre la prononciation russe. Outre qu'elles ne peuvent jamais atteindre complètement le but, car on ne peut rendre rigoureusement en français

les sons d'une langue étrangère, elles ont l'inconvénient de nécessiter des orthographes différentes en allemand, en anglais, en italien, etc.

La méthode de M. Dragomanov, adoptée par M. Élisée Reclus, est de ce nombre. Quoique l'une des meilleures de son espèce, il existe des circonstances où elle est inapplicable, parce qu'elle exige l'emploi de caractères spéciaux ornés d'accents.

En attendant que le gouvernement russe reconnaisse officiellement une transcription latine uniforme qui permette d'écrire les noms des gares russes de la même manière dans les tarifs allemands, français, anglais, etc., nous nous sommes attachés à remplacer autant que possible les caractères russes par leurs équivalents français indiqués par le tableau suivant :

LETTRES		VALEUR (1).	LETTRES		VALEUR (1).
IMPRIMÉES.	ÉCRITES.		IMPRIMÉES.	ÉCRITES.	
А а	*А, а*	*a*	С с	*С, с*	*ss ou ç (parfois s ou c)*
Б б	*Б, б*	*b*	Т т	*Т, т*	*t*
В в	*В, в*	*v (w all.)*	У у	*У, у*	*ou (u all.)*
Г г	*Г, г*	*g (ou gu)*	Ф ф	*Ф, ф*	*f*
Д д	*Д, д, д*	*d*	Х х	*Х, х*	*kh (ch all.)*
Е е	*Е, е*	*ié, parfois io, é*	Ц ц	*Ц, ц*	*ts (z all.)*
Ж ж	*Ж, ж*	*j (sh all.)*	Ч ч	*Ч, ч*	*tch*
З з	*З, з, з*	*z (s all.)*	Ш ш	*Ш, ш*	*ch (sch all.)*
И и	*И, и*	*i*	Щ щ	*Щ, щ*	*chtch*
Й й	*Й, й*	*i bref*	Ъ ъ	*Ъ, ъ*	*e muet* (2)
І і	*І, і*	*i*	Ы ы	*Ы, ы*	*y dur*
К к	*К, к*	*k*	Ь ь	*Ь, ь*	*i muet* (3)
Л л	*Л, л*	*l*	Ѣ ѣ	*Ѣ, ѣ*	*ié*
М м	*М, м*	*m*	Э э	*Э, э*	*è ouvert*
Н н	*Н, н*	*n*	Ю ю	*Ю, ю*	*iou*
О о	*О, о*	*o*	Я я	*Я, я*	*ia*
П п	*П, п*	*p*	Ѳ ѳ	*Ѳ, ѳ*	*ph* (4)
Р р	*Р, р*	*r*			

(1) On a indiqué la valeur allemande afin qu'il soit possible de se rendre compte des différences d'orthographe des transcriptions des noms russes en allemand ou en français.

(2) Son muet indiquant que la consonne qui précède est dure.

(3) Son muet indiquant que la consonne qui précède est molle.

(4) Ne s'emploie que dans les mots grecs.

En général, nous avons supprimé l'*e* final muet parce que l'usage se répand de plus en plus en France de prononcer toutes les lettres des noms étrangers; nous avons cependant écrit *Kazane*, par exemple, et non *Kazan*, pour éviter qu'on ne prononce la voyelle nasale *an;* mais nous avons mis *Mourom*.

Nous avons cru convenable de laisser l'orthographe sous laquelle ils sont connus aux noms géographiques qui, par un long usage, ont acquis leur naturalisation en français, tels que *Moscou, Varsovie*. Pour le même motif, nous avons écrit *Sebastopol* et non *Sevastopol,* comme le voudrait une transcription correcte. Nous avons laissé l'article masculin devant le nom du fleuve Volga, auquel M. É. Reclus a essayé de restituer le genre féminin qu'il a en Russie, parce que cette tentative paraît ne pas avoir réussi jusqu'ici à vaincre la routine.

Par exception, nous avons aussi admis pour certains noms propres russes l'orthographe de la signature. C'est ce qui explique que l'on trouvera quelquefois, par exemple, le *в* russe traduit, soit par *ff* (ancienne transcription française), soit par *w* (transcription allemande), alors que partout autre part il a été remplacé par le *v* français.

VL. HERZENSTEIN. L. WEISSENBRUCH.



INTRODUCTION

SOMMAIRE :

A. — Préface de la rédaction.
B. — Coup d'œil général sur les chemins de fer de l'Empire russe au moment de la quatrième session du Congrès international des chemins de fer.

A. — Préface de la rédaction.

La publication de cet *Aperçu* a été décidée par la section russe de la Commission permanente du Congrès international des chemins de fer en 1891 et pendant l'organisation de la quatrième session du Congrès (Saint-Pétersbourg en 1892). Il en résulte que la description des chemins de fer russes s'arrête à 1892.

La section russe, chargée de l'organisation de la session de Saint-Pétersbourg du Congrès, était composée comme suit :

Président :

V. Werchovsky, directeur du Département des chemins de fer au Ministère des voies de communication, membre permanent de la Commission internationale du Congrès.

Membres (1) :

I. Adadourov, président de l'Administration de la Société du chemin de fer de Riazane-Kozlov ;
J. Blioch, président de l'Administration de la Société du chemin de fer d'Ivangorod-Dombrova ;
E. Vinberg, président de l'Administration de la Société du chemin de fer de Moscou-Brest ;
S. de Witte, directeur du Département des affaires des chemins de fer au Ministère des finances ;
N. Guerngross, président de l'Administration de la Société du chemin de fer d'Orel-Vitebsk ;
M. Guersévanov, directeur de l'Institut des ingénieurs des voies de communication;
A. Gortchakov, directeur de la Société du chemin de fer Koursk-Kharkov-Azov ;

(1) Dans la liste suivante, on a conservé l'ordre alphabétique de l'alphabet russe.

L. KRONENBERG, vice-président du Conseil d'administration du chemin de fer de Varsovie-Vienne;

S. MAMONTOV, président de l'Administration de la Société du chemin de fer de Moscou-Koursk;

L. PERL, directeur gérant du service international de la Grande Société des chemins de fer russes, membre permanent de la Commission internationale;

N. PÉTROFF, lieutenant général du génie, président de l'Administration temporaire des chemins de fer de l'État;

V. PETCHKOVSKY, vice-président de l'Administration temporaire des chemins de fer de l'État;

V. POLOVTZOV, président du Conseil d'administration de la Grande Société des chemins de fer russes;

N. PROKHOROV, président de l'Administration de la Société du chemin de fer Lozovo-Sébastopol;

K. RUDNITSKY, président de l'Administration de la Société du chemin de fer de Dunabourg-Vitebsk (1);

B. SPASSOVSKY, membre de l'Administration temporaire des chemins de fer de l'État et secrétaire du Ministère des voies de communication;

N. SOUSTCHOV, membre du Conseil d'administration de la Société des chemins de fer du Sud-Ouest;

J. OUTINE, président de l'Administration de la Société du chemin de fer d'Orenbourg;

A. TCHEPOURNOV, sous-directeur des chemins de l'État de Finlande;

P. TCHEREMISSINOV, secrétaire général de la Conférence générale (Union) des chemins de fer russes.

Secrétaire :

A. RYJOV, ingénieur des voies de communication.

Adjoints :

Le baron G. WRANGEL;
S. ROMOTSKY.

Dans la séance du 22 février 1891 de la section russe de la Commission permanente, l'un des membres, le lieutenant général N. Pétrov, exposa qu'outre les documents nécessaires aux discussions qui sont distribués aux membres à chaque session du Congrès, il serait très désirable de publier pour la session de Saint-Pétersbourg un ouvrage spécial en russe et en français qui donnerait un aperçu des principaux travaux spéciaux accomplis par les ingénieurs russes dans le domaine des chemins de fer. A son avis, une publication semblable serait fort utile aux membres étrangers du Congrès qui désireraient se mettre au courant de l'état actuel du développement des chemins de fer en Russie.

La section russe, ayant approuvé cette proposition, choisit dans son sein un comité spécial de rédaction chargé d'élaborer un programme détaillé

(1) Depuis « Dvinsk-Vitebsk ».

de la publication projetée et de prendre les mesures nécessaires pour sa réalisation.

Ce comité se composait de : MM. M. GERSEVANOV, *président;* de J. BLIOCH, A. GORTCHAKOV, N. PÉTROV et V. PETCHOVSKI, *membres.*

Le comité de rédaction, dans sa première séance, reconnut après discussion que le meilleur moyen de remplir la mission qui lui avait été confiée, était de profiter, pour l'élaboration du programme de l'*Aperçu,* de l'existence de la VIII[e] section (chemins de fer) de la Société Impériale Technique de Russie. Elle résolut de se borner à la description des parties relatives à la voie, au matériel roulant et au mouvement des trains, de limiter l'étendue de l'ouvrage à douze feuilles imprimées et de prier la VIII[e] section de la Société impériale technique de bien vouloir rédiger un programme en tenant compte de cette décision.

La VIII[e] section présenta ce programme au comité de rédaction, en mai 1891, avec une préface générale et des notes en tête de chaque chapitre, destinées à servir de guide aux rédacteurs de l'*Aperçu* et à leur indiquer les sources où ils pourraient puiser les données nécessaires.

Voici les principaux passages de la préface générale :

Le but du présent ouvrage, comme le montre son programme lui-même, est de donner aux délégués étrangers un aperçu sommaire de la situation technique actuelle des services de la voie et des bâtiments des chemins de fer russes, ainsi que des services du matériel roulant et de la traction, du mouvement des trains et des signaux.

Afin de réduire l'étendue du volume, il y a lieu de ne parler que d'une manière générale de la partie technique de toute notre organisation des chemins de fer et de n'entrer dans de grands détails qu'au sujet des particularités propres aux chemins de fer russes, qu'elles soient le résultat des conditions locales, climatériques ou de l'initiative des ingénieurs; dans ce dernier cas, on ne fera mention que des résultats ayant une importance significative, tant au point de vue technique qu'économique.

Les descriptions se borneront toujours aux ouvrages, bâtiments et travaux les plus importants, de même qu'aux études scientifiques ayant donné des résultats pratiques.

Dans l'exposé de la partie administrative, on devra séparer bien nettement ce qui est relatif au Gouvernement de ce qui est relatif aux Administrations de chemins de fer.

Pour rendre l'exposé plus concis et plus sommaire, l'ouvrage devra être accompagné d'esquisses et de dessins (*schemas*), ou de phototypies, à une grande échelle, donnant à première vue la possibilité de se rendre bien compte de l'objet traité.

Comme introduction à son travail, chaque auteur pourra faire, en termes très concis et généraux, la revue historique du développement graduel de la partie technique du sujet traité par lui.

Lors de l'élaboration du programme détaillé de la partie de l'*Aperçu* qui lui sera confiée, chaque auteur pourra substituer au programme général primitif celui qui a servi de base à la rédaction de la nomenclature des séries de prix et devis d'exploitation approuvés par le Ministère des voies de communication. Il pourra de la sorte plus facilement extraire de ce document des données sur l'espèce, la quantité et les dimensions des constructions, en tirer des déductions techniques et économiques.

La description de ce qui concerne les finances, le personnel et l'administration générale est provisoirement réservée. Elle sera éventuellement l'objet d'un travail complémentaire.

Le programme proposé est resté soumis, pendant plus d'une demi-année, à l'examen du comité, qui l'a ensuite renvoyé à la VIII[e] section de la Société Impériale Technique avec ses observations.

Dans la séance de la section russe du 28 mars 1892, il a été déclaré au nom de la VIII[e] section de la Société Impériale Technique de Russie, que celle-ci était prête à se charger de l'exécution de l'aperçu historique et technique des chemins de fer russes, dont M. N. Pétroff avait proposé la publication.

L'assemblée a écouté cette déclaration avec reconnaissance et a décidé de charger le comité de rédaction déjà nommé de poursuivre cette affaire, d'accord avec le président de la VIII[e] section de la Société Impériale Technique.

Dès que celle-ci reçut l'autorisation de publier l'*Aperçu*, elle s'occupa de revoir le programme de la publication et d'en organiser l'exécution par l'institution d'un comité de rédaction et la convocation de collaborateurs.

La composition primitive de ce comité était la suivante :

Rédacteur en chef : M. A. Gortchakov, président de la VIII[e] section ;

Adjoint au rédacteur en chef : M. N. Sytenko, vice-président de la VIII[e] section.

Rédacteurs speciaux, membres du conseil de la VIII[e] section :

Pour le service de la voie : M. A. Tcherniavsky ;

Pour le service de la traction et du matériel roulant : MM. A. Huebschmann, B. Souchinski, A. Tchaykovski ;

Pour le service du mouvement et le service commercial : M. I. Richter ;

Pour les questions générales : M. N. Sytenko.

Secrétaire : M. G. Éismont, membre effectif de la VIII[e] section.

La VIII[e] section s'est ensuite adressée, par l'entremise du conseil de la Société Impériale Technique de Russie, au Ministère des voies de communication, en le priant d'autoriser le comité de rédaction à demander les renseignements nécessaires aux différentes administrations dépendant de ce Ministère. Elle s'adressa aussi directement aux compagnies de chemins de fer et aux directions des lignes, pour leur réclamer les plans et dessins nécessaires et les prier de lui transmettre aussi tout ce qu'elles croiraient elles-mêmes mériter d'être soumis aux membres du Congrès.

La date de remise de ces documents avait définitivement été fixée au 1[er] juin 1892, parce que l'ouverture de la quatrième session du Congrès était fixée au 8 août de la même année.

En réponse à ses appels, la VIII[e] section reçut de toutes parts de nombreuses marques de sympathie, et les matériaux nécessaires à la publication lui furent envoyés en quantité relativement considérable. Dès le commence-

ment du mois de juin 1892, il devint évident qu'il serait impossible d'être prêt en temps utile, tant à cause du développement du volume que de la dépense qu'il devait entraîner.

Il fallut ajouter au programme deux divisions traitant l'une de l'administration et l'autre des finances, tandis que le nombre de pages prévu se trouva presque sextuplé. Ces faits confirmaient une fois de plus l'adage qu'il est difficile d'être court.

Enfin, on reconnut que Saint-Pétersbourg n'avait pas un assez grand nombre de traducteurs compétents pour fournir rapidement la version française d'une aussi grande quantité de matières. Par suite de toutes ces circonstances, l'idée de terminer l'ouvrage, en deux langues, pour l'ouverture du Congrès dut forcément être abandonnée et l'on résolut :

1° De préparer en deux langues pour l'ouverture du Congrès :

a) Une statistique des chemins de fer russes pour 1890, dressée conformément aux formulaires de la Commission internationale de la statistique des chemins de fer de Vienne, en y ajoutant des tableaux graphiques et des cartes des voies de communication de l'Empire pour 1892. De cette manière, les membres du Congrès pourraient trouver immédiatement des renseignements généraux sur la situation actuelle des chemins de fer en Russie, renseignements qu'ils n'auraient pu se procurer dans les publications de la Commission internationale de statistique des chemins de fer de Vienne, celles-ci s'arrêtant aux années 1882-83 ;

b) Une note sur la situation des chemins de fer du grand-duché de Finlande, où MM. les membres du Congrès étaient invités à faire une excursion ;

2° De continuer l'*Aperçu* d'après son programme complet, de manière à le terminer après la clôture de la quatrième session du Congrès ;

3° De demander un crédit supplémentaire en rapport avec le développement de l'ouvrage à publier.

La demande de crédit supplémentaire fut accordée. La notice sur les chemins de fer de Finlande et la statistique des chemins de fer russes, avec leurs annexes, furent publiées en temps utile et distribuées aux délégués.

Quant à l'*Aperçu*, il vient seulement d'être terminé. Ce retard s'explique parce que les différents auteurs sont tous des hommes de chemins de fer fort occupés par leurs affaires courantes, par les difficultés de la traduction française et la nécessité de faire revoir les épreuves par des collaborateurs compétents.

Peut-être les renseignements assez détaillés contenus dans l'*Aperçu* n'étaient-ils pas, au moment de la session du Congrès, indispensables aux délégués, et la nécessité de rapporter ces volumes chez eux les aurait-elle embarrassés.

Les discours remarquables prononcés à l'ouverture de la session leur avaient d'ailleurs déjà permis de se faire une idée très nette de la situation générale des chemins de fer. Ces discours, exposant parfaitement non seulement cette situation, mais encore toute l'importance du Congrès international des chemins de fer, nous les avons reproduits en annexes (voir annexe 14) pour ceux de nos lecteurs étrangers qui ne les auraient pas entendus et n'en auraient pas eu connaissance par le *Bulletin de la session de Saint-Pétersbourg du Congrès international*. Quant à nos lecteurs russes, qu'ils aient ou n'aient pas assisté à la quatrième session, ces discours seront un excellent souvenir de cette solennité des chemins de fer russes.

Mentionnons ici au sujet du *Bulletin de la session de Saint-Pétersbourg*, dont nous venons de parler, que la rédaction en avait également été confiée à la VIIIe section de la Société Impériale Technique de Russie, qui avait constitué à cet effet un bureau spécial. Le nombre de numéros de ce journal a été en tout de dix. La rédaction était composée comme suit :

Président : M. VL. HERZENSTEIN; *Membres :* MM. F. VALOUIEV, le baron G. WRANGEL, V. DUFOUR, F. KANALOCHY-LEFLEUR, S. KAREICHA, R. MALKINE, R. RENNY, A. TAMY, le baron TISENHAUSEN et B. IAZIKOV.

Pour donner une idée du plan général de l'*Aperçu*, il suffira de mentionner qu'il commence par une revue générale des chemins de fer et l'étude des questions relatives à la voie et aux constructions permanentes (1re partie), au matériel roulant et à la traction (2e partie), ainsi qu'à l'exploitation des lignes au point de vue technique et économique (3e partie). Vient ensuite la 4e partie, traitant de l'organisation des institutions gouvernementales et publiques chargées de l'administration et de la surveillance des chemins de fer. On s'est efforcé à ce sujet de porter l'attention sur certains traits caractéristiques de l'organisation des chemins de fer appartenant à l'État, d'une part, et des sociétés privées, d'autre part, ainsi que sur les employés des chemins de fer russes et sur les institutions de prévoyance pour ces employés. L'*Aperçu* se termine par la 5e partie, dû en partie à la plume si compétente de M. J. Blioch, qui est bien connu à l'étranger par ses études sur les chemins de fer russes. Ce chapitre comprend les conditions financières de la construction des chemins de fer et les résultats directs de leur exploitation, l'historique de la formation des compagnies et du passage graduel de la plus grande partie des lignes entre les mains de l'État. A la suite de l'*Aperçu* sont publiées quinze annexes, comprenant différents documents ou renseignements importants qui sont relatifs à la construction et l'exploitation des chemins de fer, mais qui n'auraient pu être insérés dans le texte même de l'*Aperçu* sans l'alourdir. Outre la table générale imprimée en tête de l'ouvrage, on trouvera un sommaire détaillé devant chaque partie de l'*Aperçu*.

Cette publication aurait encore été bien plus volumineuse si les collaborateurs, fidèles au programme qui leur était imposé, ne s'étaient pas attachés à

abréger ou même à passer complètement sous silence les parties de l'organisation des chemins de fer russes qui ne diffèrent pas d'une manière très sensible de celles des principaux États de l'Europe occidentale à l'époque de l'achèvement de cet ouvrage.

La composition du comité de rédaction était la suivante :

Rédacteur en chef : M. A. Gortchakov, président de la VIIIe section de la Société impériale technique de Russie.

Rédacteurs spéciaux, les membres du conseil de la VIIIe section, dont les noms suivent :

Pour le service de la voie et bâtiments : M. A. Tcherniavsky ;

Pour le service du matériel roulant et de la traction : M. B. Souchinsky ;

Pour le service commercial et le mouvement : J. Richter ;

Pour l'édition française de l'*Aperçu :* M. Vl. Herzenstein, en collaboration avec M. Louis Weissenbruch, secrétaire de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer.

Adjoints du rédacteur en chef :

Pour le service de l'impression de l'*Aperçu* et la composition de l'atlas: M. R. Malkine, membre de la IIe et de la IIIe section de la Société ;

Pour le service de la comptabilité du comité de rédaction : les membres du conseil de la VIIIe section, M. N. Sytenko et M. A. Petline.

> *Remarque.* — L'édition française a été imprimée à Bruxelles, siège de la Commission permanente internationale du Congrès des chemins de fer.

L'*Aperçu,* qui constitue un premier travail sur les chemins de fer russes, devait naturellement rencontrer des difficultés qui excusent quelques insuffisances dans certaines parties de cette publication.

Néanmoins, le but de ce travail — qui était de permettre aux étrangers de s'orienter dans l'étude des particularités des chemins de fer russes dont les rapports avec les chemins de fer étrangers sont devenus beaucoup plus intimes dans ces dernières années, grâce à l'accession de la Russie à la convention de Berne et à l'institution du Congrès international des chemins de fer — ce but, disons-nous, est atteint. En outre, cette publication présente aux ingénieurs russes et aux spécialistes un canevas général auquel ils pourront rattacher dans l'avenir leurs travaux complémentaires du même genre.

La période de trois ou quatre ans qui nous sépare de la session du Congrès de Saint-Pétersbourg ne s'est évidemment pas écoulée sans des changements plus ou moins essentiels dans l'organisation des chemins de fer russes, par suite des efforts déployés tant par le Gouvernement lui-même que par les classes dirigeantes dans le but d'améliorer la situation matérielle du pays. Cette amélioration exigeait en effet, avant tout, la création de bonnes voies de communication.

Les rédacteurs de l'*Aperçu* auraient voulu faire rentrer l'exposé de ces changements dans le cadre actuel ; mais un tel travail convient plutôt à leurs

successeurs, ces spécialistes auxquels nous avons fait allusion tout à l'heure. En conséquence, dans cette préface on ne trouvera que des indications générales sur les résultats obtenus, pendant cette période de trois ans, dans la construction, l'exploitation et l'organisation de nos réseaux de chemins de fer.

En ce qui concerne l'organisation, nous devons surtout citer :

1° L'adoption d'un tarif général par zones à prix réduits pour les voyageurs; 2° la centralisation, dans une section spéciale du Département des chemins de fer près du Ministère des voies de communication, de l'administration du mouvement et de la répartition du matériel roulant sur toutes les lignes des chemins de fer russes raccordées les unes aux autres sans interruption; 3° l'établissement, pour les communications directes, d'un bureau de liquidation des comptes entre les chemins de fer par l'entremise de la Banque de l'État, et 4° l'institution d'une caisse de retraite pour les employés des chemins de fer de l'État.

Pour entrer dans plus de détails, voici encore la mention de quelques changements moins importants, survenus dans les tarifs et dans les transports :

1° A partir du 1er octobre 1893, tous les tarifs en vigueur pour le transport des marchandises, tant pour les trains locaux que pour les trains directs, ont été modifiés et l'on a établi un nouveau tarif général comportant de très petites différences, suivant la nature des marchandises, les diverses lignes et les espèces de trafic.

Ce tarif est établi suivant la base différentielle. Le prix maximum de transport par petite vitesse est de $^1/_{10}$ de copeck par poud-verste et le prix minimum, de $^1/_{20}$ de copeck. Ce tarif est adopté par toutes les directions tant rapprochées qu'éloignées. Pour les transports effectués par grandes quantités, tels que les grains, les charbons, les produits du naphte, le sel, le fer, le sucre, la soude, les bêtes à cornes, le lin, le chanvre et le poisson, on a établi des tarifs spéciaux s'étendant également à tout le réseau et soumis, quant aux règles de leur adoption et aux conditions de transport, au tarif général. Ce même tarif général est adopté, à quelques exceptions près, pour les communications directes internationales par terre et par mer. Cette unification et cette simplification des tarifs donnent la possibilité à l'expéditeur de déterminer immédiatement le coût d'un transport par voie ferrée jusqu'à un point quelconque et suivant une direction déterminée;

2° A partir du 1er décembre 1894, tous les tarifs de voyageurs existants ont été abrogés et remplacés par un tarif général s'appliquant à tout le réseau et établissant des relations directes pour les voyageurs entre toutes les stations. On peut donc prendre à une station quelconque des chemins de fer russes, un billet pour une autre station quelconque du réseau, et cela non seulement suivant la direction la plus courte, mais aussi d'après l'itinéraire préféré, soit à cause de la concordance des trains, soit pour pouvoir visiter de grandes villes situées à l'écart.

Les prix, d'après le nouveau tarif, diminuent graduellement avec la distance; pour les parcours ne dépassant pas 160 verstes, on a conservé l'ancien tarif normal, puis le principe différentiel entre en jeu de telle sorte qu'après un parcours de 1,500 verstes, les prix se trouvent réduits par exemple de 50 p. c. Les prix des 1re, 2e et 3e classes sont entre eux dans le rapport de 2 $^1/_2$ à 1 $^1/_2$ et à 1. La plus grande réduction, comparativement aux anciens tarifs, est pour les voyageurs de 2e classe. La durée de

validité du billet augmente avec la distance. Le voyageur a le droit de s'arrêter ou d'interrompre pour un certain temps son voyage, à une station intermédiaire quelconque, pendant la durée de validité de son billet;

3° Le tableau des distances, entre les stations qui doivent servir de base pour le calcul du prix de transport, tant pour les relations locales que pour les relations éloignées, a été approuvé par le Gouvernement. Ce tableau, dressé dans un ordre systématique, forme un volume publié par les soins de l'État.

Il renseigne aussi pour certaines marchandises spéciales expédiées en grande masse, telles que les grains et les fers, les distances des stations entre lesquelles ces marchandises sont généralement transportées.

L'établissement et la publication du tableau des distances entre toutes les stations du réseau dépend, depuis l'année 1895, du bureau des tarifs du Ministère des finances;

4° Pour le calcul exact des prix de transport, on a publié en outre des barèmes comprenant tous les tarifs et toutes les distances;

5° A partir du 15 juillet 1895, les marchandises ont été réparties en trois classes sous le rapport de la vitesse : *a*) marchandises expédiées par petite vitesse par des trains de marchandises ordinaires ; *b*) marchandises expédiées par grande vitesse par des trains de marchandises à marche accélérée, et *c*) marchandises expédiées par certains trains de voyageurs. Les marchandises de cette dernière catégorie sont transportées au tarif des bagages. Pour le transport accéléré des marchandises sujettes à prompte détérioration, il existe un tarif réduit. L'unité de poids est fixée à 10 livres. Tous ces tarifs s'appliquent à tout le réseau et dans toutes les directions;

6° Il existe des marchandises qui, par suite des conditions de leur production ou de leur consommation, de la situation des marchés sur les voies navigables, s'accumulent en certains points ou se présentent au transport en grandes quantités à certaines périodes de l'année, mettant de la sorte les chemins de fer dans un grand embarras, non seulement pour suffire au trafic, mais aussi au point de vue de la nécessité d'entretenir un grand parc de matériel roulant, qui pendant le reste de l'année est inactif et représente une perte inutile de capital. Les principales de ces marchandises sont les grains et les produits du naphte (spécialement le pétrole et les résidus de naphte), et l'on établit pour elles des points de concentration (magasins, élévateurs, réservoirs) sur les lignes qu'elles parcourent. De là les marchandises sont réexpédiées, pendant toute l'année, vers les points de consommation: les prix du transport sont alors calculés jusqu'au point de consommation, comme si le transport avait été effectué sans arrêt. Comme exemple des points de concentration, on peut citer les réservoirs à pétrole et à résidus de naphte des villes de Tsaritsine, Saratov, Nijni, Griazi, Domnino (près d'Orel), Kozlov, Varsovie, Batoum, Odessa, Saint-Pétersbourg, Riga et Libau. Tels sont également les élévateurs, dépôts, hangars et magasins construits dans beaucoup d'endroits pour les grains, non seulement par les chemins de fer, mais aussi par des particuliers qui les louent à ces derniers;

7° Dans ces derniers temps, on a beaucoup développé les stations intérieures de ville, les comptoirs de transport et les agences commerciales ayant comme but principal d'amener les marchandises jusqu'aux lignes de chemins de fer, soit par camions, soit par bateaux;

8° Depuis la mise en vigueur des tarifs uniformes, on a la possibilité de simplifier les calculs pour les transports par communication directe entre plusieurs lignes. Pour les marchandises, c'est l'administration de la gare d'arrivée qui effectue le remboursement de leur quote-part aux autres lignes ayant concouru au transport, tandis que pour les voyageurs, c'est l'administration de la gare de départ qui dresse

le décompte. Les payements se font par l'entremise de la Banque de l'État, qui ouvre des comptes courants aux diverses lignes, leur fait des avances sur les entrées futures et établit la balance pour chaque ligne de chemin de fer. Pour le payement de l'argent dû par les lignes qui ont encaissé les prix de transport, on a établi des termes de payement ainsi que des amendes en cas de retard.

On peut juger des résultats généraux obtenus, pendant les années 1890 à 1893, par les services de construction et d'exploitation, par une annexe spéciale (n° 8) contenant les renseignements statistiques relatifs à ces trois années ainsi que, partiellement, à 1894. Cette annexe a été rédigée après l'achèvement de l'*Aperçu*.

On peut y voir, entre autres, les résultats obtenus par la politique du Gouvernement en matière de rachat des lignes privées (voir le chapitre V de l'*Aperçu*). Ainsi la longueur moyenne des lignes exploitées se répartissait comme suit :

	KILOMÈTRES		P. C.
En 1890 : État	9,111.67	ou	29.4
— Compagnies.	21,889.67	—	70.6
Total. . .	31,003.34	ou	100.0
Au 1er janvier 1896 : État.	23,224.24	ou	61.6
— — Compagnies	14,458.34	—	38.4
Total. . .	37,682.58	ou	100.0

Actuellement, les grands réseaux privés, tels que ceux de la Grande Société des chemins de fer russes ou de la Société des chemins de fer du Sud-Ouest, ont disparu; mais il existe encore des sociétés de chemins de fer formées d'anciennes petites lignes, telles que les Compagnies de Moscou-Iaroslav-Arkhangel, de Moscou-Kazane, de Moscou-Kiev-Voronège, de Riazane-Ouralsk et la Société des chemins de fer de l'Est, dont la construction est le principal but social. La Russie doit déjà l'établissement d'un grand nombre de lignes, principalement à l'est et au centre de l'Empire, à ces nouvelles sociétés, ainsi qu'à la Société du chemin de fer de Vladicaucase. Celle-ci a modifié son but primitif; elle construit les embranchements de Pétrovsk, Mineralovodsk, Stavropol et Tikhoretskaïa-Tsaritsine; elle projette aussi des embranchements vers la mer Noire et la mer Caspienne en contournant la chaîne du Caucase vers le Transcaucase.

L'existence même des sociétés de chemins de fer actuelles n'est plus due qu'aux constructions dont elles se sont chargées, car le Gouvernement ayant centralisé entre ses mains le mouvement des trains de voyageurs, la répartition du matériel roulant, etc., etc., il ne reste plus guère aux compagnies exploitantes que l'administration et l'économat, parties certainement importantes, mais qui exigent rarement, de l'administration dirigeante, une initiative spéciale.

Il s'est formé pour la construction de lignes d'accès et d'intérêts locaux, deux sociétés, la première à Saint-Pétersbourg et la seconde à Moscou.

Quant à l'Administration des chemins de fer de l'État, ses travaux de construction pendant la même période se sont surtout portés vers l'ouest, dans le Caucase et l'Asie centrale, où elle prolonge la ligne transcaspienne jusqu'à Andigane et Tachkent.

Il a été parlé dans l'*Aperçu* des décisions prises au sujet de la construction de la

ligne de Sibérie. Actuellement, d'un côté, les trains de service arrivent à Krasnoiarsk, distant de 2,040 verstes de Mias, commencement de la ligne de Sibérie. A l'autre extrémité, la ligne de Sibérie atteint la station de Bikine, distante de 494 verstes de Vladivostok.

L'Administration du chemin de fer de Sibérie est aussi chargée de la construction du chemin de fer de Perm-Kotlass, d'une longueur de 875 verstes.

Le tableau suivant donne la longueur générale des lignes de chemins de fer construites :

ANNÉES.	En Europe sans la Finlande et en Russie d'Asie.			Dans le grand-duché de Finlande.	
	COMPAGNIES.	ÉTAT.	TOTAL.	COMPAGNIES.	ÉTAT.
	Kilomètres.	Kilomètres.	Kilomètres.	Kilomètres.	Kilomètres.
1891	131	...	131	...	...
1892	323	160	483	...	76
1893	1,498	552	2,050	...	141
1894	1,865	913	2,778	...	141
1895	2,168	1,210	3,378	...	145
Totaux. . .	5,985	2,835	8,828	...	503

En somme, si le règne de l'empereur Nicolas Ier a été marqué par l'inauguration de la première ligne de chemin de fer en Russie, et celui de l'empereur Alexandre II par la construction d'un grand nombre de lignes au commencement et par des efforts pour améliorer leur organisation à la fin, le règne de l'empereur Alexandre III, que la Russie a eu le malheur de perdre pendant la période de trois ans qui nous sépare de la dernière session, s'est distingué par une activité régulière et constante, tant dans la construction des lignes que dans leur organisation.

La situation des caisses de retraite des employés des chemins de fer de l'État et un résumé succinct des progrès accomplis par les chemins de fer pendant le dernier règne, forment également l'objet d'annexes spéciales (n°s 4, 5 et 15).

L'exposé que nous venons de faire des résultats les plus importants obtenus pendant les trois ou quatre dernières années en matière de chemins de fer, permet de se faire une idée des progrès qui pourront encore être accomplis dans un prochain avenir.

Le présent *Aperçu* formant, comme nous l'avons déjà dit, un canevas pour les spécialistes, il serait très désirable de le compléter périodiquement par l'exposé des changements survenus dans les chemins de fer et peut-être même d'instituer à cet effet un bureau permanent.

Il est encore difficile de déterminer si les compléments à publier devront être fréquents, mais il est certain que l'exposition russe de Nijni-Novgorod,

par exemple, fournira des matériaux extrêmement riches sur la situation actuelle des chemins de fer russes; les collaborateurs de l'*Aperçu* devraient donc profiter de cette occasion, de telle manière que le premier complément soit prêt, par exemple, pour l'exposition universelle de Paris en 1900.

Il serait également désirable que de semblables *Aperçus* fussent publiés par chaque pays. Les sessions du Congrès international des chemins de fer, les expositions universelles et les expositions spéciales de matériel de chemins de fer faciliteraient beaucoup ces publications.

Les auteurs et les rédacteurs de cet *Aperçu* reconnaissent que, bien qu'ils aient fait tous leurs efforts pour remplir dans la mesure de leurs forces la tâche qui leur était confiée, le résultat est loin d'être parfait. Quoi qu'il en soit, ils souhaitent sincèrement que leur travail, même avec ses imperfections, soit de quelque profit pour tous ceux qui s'intéressent à l'étude et au progrès de la science des chemins de fer dans notre immense patrie, afin de la rendre forte et prospère.

Le conseil de la Société Impériale Technique de Russie adresse ses remerciements les plus sincères à toute la section russe de la Commission permanente du Congrès international des chemins de fer, pour l'idée qu'elle a eue de publier cet *Aperçu* et de confier ce travail à la VIIIe section de la Société Impériale Technique russe. Il remercie aussi le Gouvernement et les sociétés des chemins de fer, pour l'intérêt qu'ils ont bien voulu y prendre et pour les ressources qu'ils ont accordées à cet effet.

Quant aux auteurs et aux rédacteurs de l'*Aperçu*, ils prient personnellement toutes les personnes qui les ont aidés à le composer et à le publier, de vouloir bien agréer l'expression de leurs sentiments les plus reconnaissants.

B. — Coup d'œil général sur les chemins de fer de l'Empire russe au moment de la quatrième session du Congrès international des chemins de fer.

Il suffit de jeter un regard sur la carte de l'empire de Russie, dont le territoire, formant un tout ininterrompu, occupe la sixième partie de la terre ferme, pour se persuader de l'importance capitale que doivent avoir pour cette contrée les voies de communication ferrées, parce qu'elles servent à diminuer les distances que présente son étendue géographique. Sous le rapport de la grandeur de son territoire, la Russie ne peut être comparée à aucune autre contrée de l'univers. Ses possessions européennes, à elles seules, surpassent en étendue tous les autres pays de l'Europe occidentale réunis. L'ensemble des possessions russes est non seulement plus grand que

les plus vastes empires, tels que la Chine, l'Angleterre et ses colonies, les États-Unis de l'Amérique du Nord, mais aussi que certaines parties du monde. La surface de la Russie est même supérieure à celles de l'Europe et de l'Australie prises ensemble.

Ce n'est pas seulement par suite de l'étendue considérable de la Russie que les voies ferrées ont à jouer un rôle important dans le développement des forces vitales de ce pays. Mais on peut affirmer qu'il existe peu d'autres contrées où, par suite des conditions économiques du pays, de bons moyens de communication sont aussi nécessaires à l'accroissement graduel de ses forces productives. C'est surtout au point de vue de la production, du caractère de l'industrie, de la distribution des rayons de l'exploitation et du débit des richesses les plus importantes du pays, que la nécessité urgente d'un vaste réseau des meilleurs systèmes de voies de communication se fait sentir en Russie.

Actuellement, le manque de bons moyens de communication diminue graduellement, grâce à la construction de nouvelles voies ferrées devant servir de complément à celles qui existent déjà, et aussi grâce aux travaux exécutés en vue de l'amélioration des voies navigables. Néanmoins, les moyens de communication sont encore bien loin de répondre aux besoins du pays, et il arrive souvent qu'il y a des arrêts dans la circulation, sur certaines lignes ferrées, pendant des périodes d'encombrement. C'est également à cause du manque total de voies de communication aboutissant à plusieurs grands centres de production, que des produits se vendent presque pour rien dans certaines parties de l'Empire, tandis qu'ils atteignent des prix élevés dans d'autres parties.

Le réseau actuel des chemins de fer russes, déjà assez vaste d'ailleurs, puisqu'il s'élève à 29,120 verstes = 31,277 kilomètres (en y comptant les chemins de fer en Finlande, soit 1,759 verstes = 1,876 kilomètres), ne s'étend jusqu'ici qu'à la Russie d'Europe et est loin de pouvoir être considéré comme complet. Sur l'immense superficie des possessions russes en Asie, la construction des chemins de fer vient à peine d'être commencée, par l'établissement de la ligne transcaspienne (d'une longueur de 1,343 verstes = 1,433 kilomètres), et jusqu'ici les principales lignes ferrées ne relient entre elles et avec les ports de la mer Baltique et de la mer Noire, ainsi qu'avec la frontière de l'Europe occidentale, que les gouvernements du centre, de l'ouest et du sud.

La configuration de ces lignes, telle qu'elle résulte du développement graduel du réseau, dépend presque entièrement des conditions tant économiques que politiques du pays. D'un autre côté, certaines conditions locales, le caractère topographique de la surface, le climat, la nature du sol, la population, les matériaux de construction, le genre de transport et, en général, toutes les conditions spéciales, auxquelles la construction des

chemins de fer russes est intimement liée, donnent à ces voies ferrées un caractère tout spécial qui les distingue complètement, sous beaucoup de rapports, des autres chemins de fer européens. Pour se rendre compte des particularités des voies ferrées russes, de leur importance et de leur rôle économique, ainsi que de l'activité des transports, il est indispensable de donner ici rapidement quelques détails sur le territoire et la population de l'empire de Russie, qui sont en relation directe avec les différentes branches de son industrie et avec ses richesses naturelles.

L'ensemble des possessions de l'empire de Russie occupe une étendue de 19,713,152 verstes carrées (22.434,392.3 kilomètres carrés), dont 4,846,088.4 verstes carrées (5,515,054.8 kilomètres carrés) sont situées en Europe. Ainsi, pour 100 kilomètres carrés d'étendue, il n'y avait, en 1892, que 0.14 kilomètre de chemin de fer, soit 1 kilomètre de chemin de fer pour une surface de 715 kilomètres carrés. Si l'on ne considère que la superficie de la Russie d'Europe, où se concentre presque exclusivement le réseau des voies ferrées, nous voyons qu'il n'y avait que 0.57 kilomètre de lignes ferrées par 100 kilomètres carrés de superficie. En comparaison du développement des chemins de fer dans d'autres pays de l'Europe, ce chiffre doit paraître très insignifiant, car il y avait, en 1890, en moyenne, par 100 kilomètres carrés de superficie, en Europe, 2.2 kilomètres de voies ferrées; en Belgique, 17.8; en Angleterre, 10.3; en Hollande, 8.6; en Allemagne, 7.9; en Suisse, 7.7; en France, 7.0. Mais si l'on considère que la densité du réseau des chemins de fer dans la Russie d'Europe n'est pas partout la même, que la plus grande densité des voies ferrées se trouve être dans les provinces de l'ouest et la Pologne et en partie au centre et au sud de la Russie, tandis que sur la vaste étendue de la frontière à l'est de la Russie d'Europe, il n'y a que trois ou quatre lignes, on verra que dans une grande partie du pays, même dans les limites de l'Europe, la longueur des chemins de fer, relativement à l'étendue du territoire qu'ils desservent, est encore bien au-dessous de la moyenne.

On peut aussi, pour apprécier la densité du réseau des chemins de fer, prendre comme base le chiffre de la population. Dans la Russie d'Europe (la Finlande comprise), on compte environ 96 millions d'habitants, ce qui donne 3.24 kilomètres de lignes ferrées par 10,000 habitants. Cette proportion peut servir beaucoup plus sûrement à caractériser le degré de développement du réseau, relativement aux besoins du pays, que ne peut le faire le rapport de la distance parcourue par les chemins de fer à l'étendue du pays. La densité du réseau des chemins de fer dans la Russie d'Europe correspond évidemment plus ou moins à la densité de la population dans ses différentes parties. Néanmoins, ce chiffre met vivement en évidence combien le manque de voies ferrées est encore sensible en Russie. Dans d'autres pays de l'Europe où la population est relativement plus clairsemée et où il y a moins

de chemins de fer, le rapport de l'étendue des lignes ferrées au nombre des habitants est bien plus favorable. Le chiffre relatif à la Russie est ici également bien au-dessous de la moyenne pour l'ensemble de l'Europe et surtout très insignifiant si on le compare à ceux des autres pays civilisés de l'Europe. En admettant que la moyenne pour l'Europe entière est de 6.2 kilomètres par 10,000 habitants, le chiffre correspondant est pour la Suède 16.8 kilomètres; pour la Suisse, 10.9 kilomètres; pour la France, 9.6 kilomètres; pour le Danemark, 9.1 kilomètres; pour l'Allemagne, 8.7 kilomètres; pour la Belgique, 8.6 kilomètres; pour l'Angleterre, 8.5 kilomètres; pour la Norvège, 7.9 kilomètres; pour la Hollande, 6.6 kilomètres; pour l'Autriche-Hongrie, 6.2 kilomètres; pour l'Espagne, 5.6 kilomètres; pour le Portugal et la Roumanie, 4.6 kilomètres; pour l'Italie, 4.3 kilomètres; pour la Grèce, 3.5 kilomètres. Il se trouve donc que de tous les pays d'Europe, la Serbie seule (2.2 kilomètres) ainsi que la Turquie (en y comprenant la Bulgarie) (2 kilomètres), présentent sous ce rapport des chiffres au-dessous de ceux de la Russie d'Europe. De cette comparaison, on peut déduire que dans la plupart des pays d'Europe ayant un réseau de chemins de fer peu développé, la faible étendue des voies ferrées provient principalement du chiffre peu considérable de la population, de sorte que le rapport de la longueur du réseau au chiffre de la population se trouve être assez grand. En Russie, ce chiffre même est relativement très bas, et rien qu'à ce point de vue le besoin d'un développement ultérieur du réseau des lignes ferrées est incontestable.

Pour ne plus revenir sur cette question, disons ici quelques mots des relations entre la répartition de la population sur le territoire de la Russie d'Europe et celle des voies ferrées. Si l'on compare le chiffre moyen de cette population avec le chiffre moyen de la population de l'Europe occidentale, on voit que le premier (17.4 habitants par kilomètre carré) est moindre que le tiers du second. Mais la répartition de la population dans les différentes parties de la Russie d'Europe est elle-même très inégale, et ainsi qu'il a été dit plus haut, la densité du réseau des chemins de fer sur la carte peut assez approximativement donner une idée relative de la densité de la population.

De toutes les parties de l'Empire, les provinces du bassin de la Vistule sont celles qui, par la densité de leur population, se rapprochent le plus des autres pays de l'Europe. La zone la plus peuplée de la Russie d'Europe commence à la frontière de l'ouest, et comprend tout le bassin de la Vistule (65.2 habitants par kilomètre carré), le gouvernement de Polodie (59.8 habitants par kilomètre carré), celui de Kiev (99.3 habitants par kilomètre carré), une partie des gouvernements de Vollynie et de Bessarabie, le gouvernement de Poltava (55.7 habitants par kilomètre carré), celui de Tchernigov (41.6 habitants par kilomètre carré), celui de Kharkov (42.9 habitants par kilomètre carré), tous les gouvernements de la Grande Russie, occupant la zone de la terre noire (*tchernozem*), avec une population de 30 à 46 habi-

tants par kilomètre carré), et quelques autres localités dans le voisinage des capitales, des ports de mer et des villes industrielles. La population la plus clairsemée se trouve dans les steppes du bassin du Volga, au sud-est de la Russie d'Europe, et dans les gouvernements situés près des montagnes de l'Oural et vers le nord. Le moins peuplé des gouvernements de cette zone est celui d'Arkhangel, où il n'y a que 0.35 habitant par kilomètre carré.

Mais, outre la répartition inégale de la population, il est un autre fait très important au point de vue du trafic des chemins de fer : c'est la proportion du nombre des habitants des campagnes à celui des habitants des villes, laquelle est d'ordinaire considérée comme une mesure de la prospérité de l'industrie et du commerce. En comparant la Russie aux autres pays de l'Europe sous le rapport du nombre des villes relativement à la superficie et du nombre des habitants des campagnes relativement au chiffre total de la population, on s'aperçoit que la répartition de la population varie très sensiblement d'après les localités. Le rapport du nombre d'habitants des campagnes au chiffre de la population totale de la Russie d'Europe est de 87 p. c. (en Allemagne 65 p. c., en France 75 p. c., en Autriche 83 p. c.). Il y a donc une prépondérance considérable des habitants des campagnes, ce qui est un trait distinctif de la Russie comparativement aux pays de l'ouest de l'Europe. Ces chiffres démontrent clairement que la culture de la terre est la base et la principale branche de l'activité du peuple russe et que l'industrie en général consiste en grande partie uniquement dans l'extraction des matières premières. Cependant, il est à remarquer qu'il n'existe pas de différence sensible entre les occupations des habitants des campagnes et celles des villes en Russie. On y rencontre souvent des villages qui, sous le rapport du chiffre de la population, ne le cèdent en rien aux villes, et où l'industrie manufacturière ainsi que le commerce forment l'occupation principale des habitants. Cette industrie rurale est surtout développée dans les gouvernements intérieurs de la Grande Russie. Cependant, non seulement le nombre des villes, mais aussi le nombre de leurs habitants augmente visiblement et considérablement dans la Russie d'Europe. Ce phénomène se produit surtout aux points de jonction de plusieurs lignes de chemins de fer ou aux grandes stations qui servent de débouchés à un grand rayon de production. Le nombre peu considérable des villes, relativement au développement du territoire, empêche les produits ruraux de se répandre plus largement, et jusqu'à présent, par suite du manque de marchés ultérieurs et de la difficulté des moyens de communication, plusieurs provinces très fertiles de l'Empire ne peuvent exporter leur production. D'un autre côté, la prépondérance marquée de la population rurale sur celle des villes, ainsi que l'occupation unique des habitants, consistant dans l'extraction des matières premières exportées à l'étranger ou transportées vers les centres industriels de l'intérieur, sont cause du peu

d'importance du transport des voyageurs sur les chemins de fer russes relativement à celui des marchandises. Pour les mêmes raisons, les chemins de fer russes ont essentiellement un caractère de lignes de transit.

En étudiant une carte des voies de communication de l'empire de Russie, sur laquelle sont indiqués les rayons de production de la contrée, ainsi que les latitudes absolues de ses bassins fluviaux, on voit que le réseau actuel, composé de cinquante [1] chemins de fer avec leurs embranchements plus ou moins compliqués, peut être divisé, relativement à ses débouchés, en quatre groupes ou rayons, savoir : deux, comprenant les bassins de la mer Baltique et de la mer Noire; le troisième, d'après le bassin fluvial du Volga, et le quatrième, d'après la frontière sud-ouest du pays.

I. Rayon de la mer Baltique. — Ce rayon comprend le groupe suivant : chemins de fer de l'État : *Pskov-Riga et Libau-Romny;* chemins de fer privés : *Baltique, Borovitchi, Mitau, Riga-Dvinsk, Riga-Toukoum, Saint-Pétersbourg-Varsovie, Nicolas, Novgorod, Dvinsk-Vitebsk, Novotorjok et Tsarskoé-Sélo, ainsi que les lignes finlandaises.*

II. Rayon de la mer Noire. — Ce rayon comprend le groupe suivant : chemins de fer de l'État : *Catherine, Transcaucase, Kharkov-Nicolaïev, Koursk-Kharkov-Azov et Théodosie;* chemins de fer privés : *Donetz, Lozovo, Sébastopol, Kozlov-Voronège-Rostov, Moscou-Riazane, Moscou-Koursk, Sud-Ouest* (certaines lignes) *et Vladicaucase.*

III. Rayon du Volga. — Ce rayon comprend le groupe suivant : chemins de fer de l'État : *Baskountchak, Mourom, Livny, Samara-Zlatooust-Tcheliabinsk, Syzrane-Viazma, Oural, Orel-Griazi;* chemins de fer privés : *Moscou-Nijni-Novgorod, Griazi-Tsaritzyne, Lozovo-Sébastopol, Moscou-Iaroslav-Vologda, Oboïane, Orenbourg, Rybinsk-Bologoë, Riazane-Kazane, Kozlov-Ouralsk et Chouïa-Ivanovo.*

IV. Rayon de la frontière sud-ouest. — Ce rayon comprend le groupe suivant : chemin de fer de l'État : *Poléssié;* chemins de fer privés : *Varsovie-Vienne, Ivangorod-Dombrova, Koursk-Kiev, Lodz, Moscou-Brest, Fastov, Sud-Ouest* (certaines lignes) *et Vistule.*

En outre, il existe deux lignes séparées : le chemin militaire *Transcaspien* et la grande ligne *Transsibérienne* encore en construction. Il va sans dire que plusieurs de ces chemins de fer appartiennent à deux ou même à trois groupes. En les divisant par groupes, nous avons pris en considération, autant que possible, la crête de partage des bassins maritimes.

Pour en revenir aux conditions géographiques, qui ont également une grande influence sur la répartition territoriale et le caractère des voies ferrées, nous devons avant tout prendre en considération l'étendue des frontières et des mers environnantes.

---

[1] Dans ce nombre n'entrent pas les lignes finlandaises ni la ligne transcaspienne.

Par ses frontières continentales à l'ouest, la Russie est en contact immédiat avec les autres pays de l'Europe, et grâce au développement rapide de son commerce d'exportation, ses principales lignes de chemins de fer sont précisément celles qui sont dirigées vers ces frontières. Elles se relient aux lignes étrangères, aux stations de douane de Verjbolovo (prolongement du chemin de fer Saint-Pétersbourg-Varsovie jusqu'à la frontière prussienne), à Graïevo (ligne de Brest-Graïevo, appartenant aux chemins de fer du Sud-Ouest), à Mlava (ligne de la Vistule), à Alexandrovo (chemins de fer de Varsovie-Bromberg), à Granitza (ligne de Varsovie-Vienne), à Radzivilov (embranchement Zdolbounovo-Radzivilov du réseau du Sud-Ouest), à Volotchisk (embranchement de Jmérinka-Volotchisk du même réseau), à Oungheny (embranchement de Kichinev, également du même réseau), et à Réni (embranchement du Danube, appartenant aussi au réseau des chemins de fer du Sud-Ouest). Toutes les voies ferrées aboutissant à ces stations frontières traversent la Russie centrale et méridionale dans la direction de l'est à l'ouest. Elles ont une très grande importance commerciale et aussi une importance stratégique. Ces lignes recoupent d'autres lignes principales se dirigeant du nord au sud, en des points où viennent converger les relations de la partie centrale de la Russie d'Europe avec les ports des mers Baltique et Noire. La mer Baltique est la voie principale des importations et des exportations de la Russie avec le monde entier. La mer Noire et la mer d'Azov, sur lesquelles la navigation est facile, ont aussi le grand avantage de donner la possibilité à tout le sud de la Russie d'Europe d'être en rapports de commerce ininterrompus, presque pendant toute l'année, avec les pays situés sur les bords de la Méditerranée. En outre, c'est par les ports de la mer Noire, Odessa et Nicolaïev, que sont entretenues les relations maritimes avec la partie la plus éloignée de la Russie à l'extrême orient en Asie, sur les bords du grand océan Pacifique. Depuis un certain nombre d'années, le gouvernement russe s'occupe énergiquement de l'amélioration de ses ports de la Baltique et de la mer Noire. Saint-Pétersbourg, Riga, Libau et Reval, sur la Baltique, ainsi qu'Odessa, Nicolaïev, Sébastopol et Rostov, sur la mer Noire et la mer d'Azov, attirent une grande quantité de marchandises, principalement des céréales, venant des provinces centrales de la Russie. Novorossiisk, Poti et Batoum, sur la mer Noire, servent à l'exportation des riches produits du Caucase et reçoivent aussi le commerce de transit de l'Asie centrale et de la Perse avec l'Europe.

Les ports de la mer Baltique auxquels viennent aboutir des lignes ferrées russes sont : Saint-Pétersbourg (chemins de fer Nicolas et de Varsovie), Réval, le Port Baltique (chemin de fer de la Baltique) et Libau (ligne de Libau-Romny). En outre, les chemins de fer de Finlande et les lignes russes qui aboutissent à la frontière prussienne et sont continuées au moyen des voies ferrées prussiennes vers les ports allemands de Mémel, Kœnigsberg et

Dantzig, sont également en communication directe avec la mer Baltique. Le réseau des chemins de fer russes aboutit aussi aux ports suivants de la mer Noire et de la mer d'Azov : Odessa (embranchement du port d'Odessa de la ligne du Sud-Ouest), Nicolaïev (chemin de fer de Kharkov-Nicolaïev), Sébastopol (ligne de Lozovo-Sébastopol), Théodosie (ligne de Théodosie, nouvellement construite), Gvénitchesk (chemin de fer Lozovo-Sébastopol), Marioupol (ligne houillère du Donetz), Taganrog (chemin de fer de Koursk-Kharkov-Azov), Rostov (lignes de Koursk-Kharkov-Azov, Kozlov-Voronège-Rostov et Rostov-Vladicaucase), Novorossiisk (embranchement de Novorossiisk du chemin de fer de Vladicaucase), Poti (section de Poti-Tiflis de la ligne du Transcaucase) et Batoum (embranchement de Batoum du chemin de fer du Transcaucase).

Le réseau des voies ferrées russes, dont les limites s'arrètent presque entièrement à la superficie de la Russie d'Europe, ne s'étend que par quelques embranchements dans la Russie d'Asie, où s'ouvre un vaste espace pour la future construction des chemins de fer. La nécessité absolue d'un prolongement des lignes ferrées dans la Russie d'Orient, afin de relier entre elles les différentes provinces, dépourvues de moyens de communication modernes, et en vue d'assurer et de développer les relations commerciales de la Russie avec les contrées limitrophes en Asie, devient urgente sur tous les points où aboutit le réseau des chemins de fer de la Russie d'Europe.

Dans la direction du sud, le réseau des chemins de fer russes s'est arrêté au pied des monts du Caucase, dont la chaîne gigantesque a jusqu'ici été un obstacle à son prolongement; la chaîne de montagnes n'est traversée que par une chaussée dite « route géorgienne militaire », dont la construction a coûté des efforts inouïs. L'embranchement le plus méridional du réseau général des chemins de fer européens, la ligne de Vladicaucase, aboutit à la ville du même nom. Près de la station de Tihorètsk, un embranchement se sépare de la ligne principale, se dirigeant vers Novorossiisk, sur les bords de la mer Noire; il sert à l'exportation des riches céréales du Caucase. A partir d'une autre station de la même ligne, nommée Breslau, on construit actuellement un nouvel embranchement vers le port de Petrovsk, sur la mer Caspienne. Quand la construction de la branche de Petrovsk sera terminée, une partie de la ligne principale de Vladicaucase, celle de Breslau-Petrovsk, ainsi que les deux embranchements servant à relier l'intérieur de l'Empire avec le Caucase et les bords de la mer Noire et de la mer Caspienne, du côté du Caucase, formeront une ligne ferrée non interrompue, dont on pourra user comme d'une voie de transit entre les possessions russes et l'Asie centrale et aussi entre les différents khanats de l'Asie centrale, ainsi qu'avec la Perse d'un côté et les ports de la mer Noire et tout le sud de l'Europe de l'autre côté. Le même rôle est tombé en partage, actuellement, à une autre ligne séparée du réseau général des chemins de fer européens, celle du Transcaucase, qui

relie le port de Bakou, sur la mer Caspienne, avec Batoum et Poti, sur la mer Noire.

A l'est de la mer Caspienne se trouve la seule ligne construite jusqu'ici sur l'énorme superficie de la Russie d'Asie, la ligne transcaspienne. Le chemin de fer relie la baie Mikhaïlov, sur la mer Caspienne, avec Samarkande.

La voie ferrée dans les steppes Turcmènes a été construite uniquement dans un but stratégique, mais son importance considérable, au point de vue commercial, n'a pas tardé à se manifester.

Actuellement, ce chemin de fer donne un excédent des revenus sur les dépenses et le transport des marchandises y augmente graduellement. Ainsi, on peut considérer comme parfaitement fondé l'espoir que cette ligne servira de première étape pour l'établissement de plus importantes relations commerciales entre la Russie et les pays de l'Asie centrale. Dans peu de temps, elle sera achevée jusqu'à Tachkent.

A l'est, de l'autre côté du Volga, la voie ferrée n'est encore apparue que sur un seul point. Cette rivière, l'une des voies navigables les plus importantes du monde entier, grâce au bon marché et à la facilité des transports qu'elle effectue, enlève sur son parcours une quantité immense de marchandises, qui parviennent ensuite par canaux jusqu'au port de Saint-Pétersbourg, ou bien sont reprises par les voies ferrées qui viennent y aboutir.

De cette manière, les chemins de fer se reliant au Volga sont en grande partie alimentés par le trafic que ce fleuve leur apporte par ses différents débarcadères. Ils reçoivent de la sorte à Tsaritsyne (chemin de fer de Griasy-Tsaritsyne) les produits et les marchandises d'Astrakhan, de la mer Caspienne, du Caucase et de la Perse; à Saratov (ligne de Tambov-Saratov), à Syzrane (ligne de Morchansk-Syzrane) et à Samara (ligne d'Orenbourg), les marchandises de même provenance et les grains récoltés au sud du bassin du Volga; à Nijni-Novgorod (ligne de Nijni-Novgorod), les marchandises venant de Sibérie, ainsi que des marchandises de tout genre amenées à ce grand marché central par le Volga et ses affluents, et, enfin, à Rybinsk (chemin de fer de Rybinsk-Bologoïe), les grains, pour lesquels on préfère un mode de transport vers Saint Pétersbourg plus rapide que celui qu'offrent les voies navigables artificielles. Sur le tronçon du Volga, entre Nijni-Novgorod et Rybinsk, le réseau ferré aboutit au fleuve à Kinechma (chemin de fer de Chouïa-Ivanovo) et à Iaroslav (chemin de fer de Moscou-Iaroslav).

Pour faire communiquer le réseau des chemins de fer avec l'autre rive du Volga, on n'a encore construit qu'un seul pont, à Syzrane, sur la ligne d'Orenbourg; ce pont constitue en quelque sorte un trait d'union entre le réseau des voies ferrées russes et les immenses steppes se trouvant entre la Sibérie et le Turkestan. C'est de ce même pont, de Syzrane, qu'un embranchement de la ligne d'Orenbourg se dirige vers le nord-est et forme le chemin de fer de Samara-Zlatooust. Le prolongement de cette ligne vers

Tchéliabinsk est actuellement en construction et formera ainsi la première section du futur chemin de fer de Sibérie. Cette ligne importante, dont la construction se fait d'après le désir suprême de S. M. l'Empereur régnant, servira à relier par rails, d'une manière non interrompue, les immenses terres de la Sibérie s'étendant jusqu'aux bords du grand océan Pacifique, avec le réseau général des chemins de fer de l'Empire.

Pour la traversée du Volga par voie ferrée, il existe encore un autre projet qui doit être exécuté prochainement. Il consiste à réunir par un pont Saratov au bourg de Pokrovsk, situé sur l'autre rive du fleuve, à l'endroit d'où part le chemin de fer actuellement en construction vers Ouralsk. Enfin, on établit en ce moment une nouvelle et grande ligne de Riazane à Kazane, qui traversera aussi le Volga en ce point et constituera une nouvelle ligne transversale importante du réseau russe.

En parlant des chemins de fer de l'est de la Russie d'Europe, il est impossible de ne pas mentionner le chemin de fer minier de l'Oural. Bien que cette ligne n'entre pas dans le système général du réseau des chemins de fer, elle fait néanmoins partie du réseau général des voies de communication de la Russie, car elle sert à activer les transports miniers dans l'Oural du Nord et en même temps à relier les voies navigables de la Sibérie occidentale avec celles de la Russie d'Europe.

Le chemin de fer de l'Oural relie la ville de Perm, qui est le point terminus de la navigation en amont sur la Kama, affluent important et abondant du Volga, non seulement avec le versant oriental des monts Oural, mais encore avec la ville de Tioumène, sur la rivière Toura, affluent du Tobol; ce dernier point sert de débarcadère et est relié avec Tobolsk par l'Irtich et le Tobol, où la navigation est très active.

La ligne de l'Oural ne forme pas seulement jusqu'ici la limite extrême du développement des voies ferrées vers l'Orient (la station de Tioumène est située à 83°12′ de longitude), mais elle constitue aussi, pour la partie orientale de la Russie d'Europe, le point le plus rapproché du pôle Nord où parviennent les chemins de fer (débarcadère de Berezniaky, 58°29′ de latitude). Quant à la partie occidentale du réseau, les chemins de fer de Finlande s'étendent au nord jusqu'au 65° degré de latitude. Au centre de la Russie, c'est le Volga qui est la limite où s'arrête jusqu'ici le développement des lignes ferrées vers le nord. Seule la ligne à voie étroite de Iaroslav-Vologda, embranchement du chemin de fer Moscou-Iaroslav-Vologda, s'étend de ce côté au nord du Volga et relie directement le vaste bassin de la mer Blanche (gouvernements d'Arkhangel, de Vologda et une partie de celui d'Olonetsk) avec le réseau des chemins de fer russes.

Nous voyons, par ce qui précède, qu'il existe dans les limites de la Russie d'Europe peu de lignes ferrées se dirigeant vers le nord et l'Orient où s'étendent les vastes possessions russes de l'Asie et où se trouve toute une

partie du monde qui n'est jusqu'ici ouverte au commerce européen que du côté de la mer. Dans la Russie d'Europe elle-même, le réseau des chemins de fer ne présente qu'un système assez restreint de lignes principales se dirigeant vers les ports de mer et vers les frontières occidentales avec un très petit nombre de centres importants et une étendue minime de lignes affluentes.

Les chemins de fer, ces puissants moyens de civilisation pour l'amélioration desquels tous les peuples ont beaucoup travaillé avant de les amener à leur état actuel, présentent dans tous les pays des traits généraux plus ou moins semblables.

Mais les chemins de fer russes offrent, en outre, sans nul doute, certaines particularités individuelles, tant par le système de construction que par celui de l'exploitation, parce qu'il a fallu tenir compte de l'influence des différentes causes locales. Le sol de la Russie d'Europe, sur toute son étendue, est une immense plaine plus ou moins ondulée. Les localités les plus élevées se trouvent pour la plupart sur la crête de partage des eaux des différents bassins. Les montagnes n'apparaissent qu'aux limites de cette plaine. Au nombre de celles-ci, il faut compter les monts Oural, le Caucase, le Taurus, les prolongements des monts Carpathes et les montagnes de Finlande. Les collines de l'intérieur, notamment les hauteurs de la Russie centrale et du bassin du Volga, ne changent que fort peu son caractère général de plaine et n'ont présenté à la construction des chemins de fer quelques difficultés qu'aux crêtes de partage des cours d'eau et dans les grands ravins des thalwegs de second ordre. Dans plusieurs cas, les lignes ferrées ne traversent que des vallées à pentes faibles, des rivières ou bien des élévations peu considérables des crêtes de partage de cours d'eau, ou bien encore des steppes toutes plates. C'est ce qui a amené la possibilité de tracer souvent en Russie les voies ferrées en ligne droite, chose rare dans l'Europe occidentale. Les grandes distances entre les lieux de production et les lieux de consommation, et le manque général de grands centres intermédiaires, ont aussi contribué à la tendance de construire les grandes voies ferrées suivant un tracé rectiligne. Grâce aux conditions climatériques de la Russie d'Europe, les chemins de fer y sont exposés aux dangers des tourmentes de neige, c'est ce qui a fait éviter de creuser des tranchées profondes dans lesquelles l'expérience a démontré que se produisent les amoncellements. Aussi, même dans les steppes, la construction en remblai des chemins de fer est obligatoire. Sur les lignes où l'on a omis ces précautions, ou bien où il a été impossible de les prendre, la lutte contre les neiges occasionne de grandes dépenses et il arrive souvent que, par suite d'amoncellements, la circulation des trains est interrompue pendant plusieurs jours. Pour l'établissement de la première ligne ferrée dans l'Asie centrale, les ingénieurs ont rencontré un obstacle qui empêchait

d'entretenir régulièrement et en bon état les voies ferrées, ce sont les sables mouvants.

Le sol sur lequel il a fallu en grande partie établir les lignes ferrées, se compose, en général, de tchernozem, terre noire et grasse, de sable, de terre argileuse, toutes matières molles ne présentant pas beaucoup de difficultés pour les travaux de terrassement. Il a été quelque peu difficile de lutter contre les sols mouvants dans la partie centrale et au nord (chemin de fer Nicolas), ainsi que contre les marais salins au sud-est. Les travaux dans des terrains rocheux et la nécessité d'établir des murs de soutènement, ne se sont présentés que dans les derniers temps, lors de l'établissement des voies ferrées dans les extrémités montagneuses du pays, dans la partie méridionale du chemin de fer de Lozovo-Sébastopol, la ligne de Samara-Oufa-Zlatooust, l'embranchement de Novorossiisk du chemin de fer de Vladicaucase, la ligne du Transcaucase, etc. De même, sur les voies centrales, il n'existe pas de tunnels et, il n'y a pas bien longtemps encore, le chemin de fer de Saint-Pétersbourg-Varsovie était le seul où on en rencontrait. Le sol sur lequel sont construits les chemins de fer de Finlande est également rocheux. Il s'est aussi présenté de grandes difficultés à l'établissement de la voie dans les terrains marécageux du Poléssié. D'un autre côté, les nombreuses et abondantes rivières traversées par les lignes ferrées russes ont donné lieu à la nécessité de construire plusieurs ponts d'une très grande longueur.

En même temps, la tendance à diminuer autant que possible les dépenses de premier établissement, par suite du manque de capitaux, a été un obstacle, daus plusieurs circonstances, à l'utilisation de toutes les conditions favorables à la construction des chemins de fer. Grâce à cette tendance, il a fallu admettre, dans certains cas, des rampes trop raides, éviter les endroits difficiles par un détour, etc. On a, de la sorte, limité la capacité de transport des chemins de fer russes, augmenté les frais d'exploitation et occasionné souvent de grandes dépenses pour les réfections. C'est pour ce motif qu'il a fallu dernièrement redresser la ligne du Transcaucase, à l'endroit où elle traverse la chaîne des montagnes du Caucase, et creuser un grand tunnel. Sur d'autres chemins de fer, on a dû entreprendre de grands travaux pour diminuer les pentes trop fortes. Sur le chemin de fer Nicolas, on a reconstruit tout récemment un tronçon de plusieurs kilomètres de longueur pour éviter le passage de la Verèbia.

Les matériaux de construction on tégalement eu une grande influence sur le mode d'établissement du réseau des voies ferrées russes. L'abondance, le bon marché et la bonne qualité du bois de construction dans certaines parties de la Russie et en même temps le peu de développement de la production métallurgique, ont été cause que les chemins de fer russes sont presque

exclusivement établis sur des traverses en bois. L'abondance des forêts et le manque d'autres matériaux de construction convenables exigent l'utilisation du bois dans de larges proportions pour la construction des stations et d'autres bâtiments sur la ligne, ainsi que pour les ponts à petite travée. Dans les premiers temps, lors de l'établissement du chemin de fer Nicolas, même les grands ponts du système américain étaient en bois; plus tard, ils ont été remplacés par des ponts en fer. On se servait aussi presque exclusivement du bois pour le chauffage des locomotives. Ensuite, le renchérissement du bois de chauffage, de même que les efforts du Gouvernement pour la conservation des forêts, ont beaucoup contribué à l'emploi de la houille comme combustible, emploi qui fut favorisé par le développement de l'extraction du charbon des houillères du sud de la Russie. Actuellement, les locomotives sur les lignes du sud-est sont presque exclusivement chauffées au naphte. Sur quelques-unes des lignes des environs de Moscou, les locomotives sont adaptées au chauffage par la tourbe.

Le caractère des voies ferrées russes dépend aussi du genre des marchandises transportées et de la direction des courants de transport. Ainsi qu'il a été mentionné plus haut, le mouvement des voyageurs joue actuellement un rôle secondaire dans les chemins de fer russes et les recettes dépendent surtout du trafic des marchandises. Tous les efforts tendent à transporter à de grandes distances les matières brutes, et fort peu de lignes sont assurées d'un trafic de retour.

Les conditions économiques de la Russie, au point de vue de la part que prennent les chemins de fer au développement industriel du pays, sont très variées. Au centre se trouve la zone du tchernozem, contrée riche, qui est très peuplée, et qui est, pour ainsi dire, le grenier de presque tout l'Empire, tout en fournissant aussi des grains et des céréales à plusieurs pays étrangers. Autour de ces provinces centrales en sont groupées d'autres en partie mal peuplées, mais dont les richesses, non exploitées encore, sont innombrables. Dans un pays ainsi constitué, les chemins de fer doivent jouer un double rôle. D'un côté, ils doivent servir au transport des produits agricoles venant des provinces centrales et se dirigeant soit vers l'étranger, soit vers les marchés intérieurs pour être échangés contre d'autres produits. D'un autre côté, les voies ferrées doivent servir de communication entre les provinces, dont la production est toute différente et où elles éveillent et développent l'activité industrielle. Les grandes distances entre les rayons de production, joints à l'abondance des richesses naturelles, font souvent comparer sous ce rapport les lignes ferrées russes avec celles de l'Amérique du Nord.

Les principaux centres intérieurs du réseau des chemins de fer de la Russie d'Europe sont : Moscou, le point le plus important du commerce intérieur; Varsovie, Koursk, Kharkov, Brest-Litovsk, Minsk et, en outre,

quelques-unes des stations des voies ferrées, telles que Riajsk, Kozlov, Losovaïa, Kaziatine, etc. De ces endroits partent de longues lignes ferrées reliant les provinces à terre noire de la Grande Russie et de l'Oukraine, d'une part, avec le Volga, et, d'autre part, avec les ports de la Baltique, le réseau des chemins de fer étrangers et les ports de la mer Noire et de la mer d'Azov.

Comme nous l'avons dit, la plupart des voies ferrées russes ne s'occupent que du transport des marchandises en transit venant des endroits éloignés, en destination des ports de mer et des marchés étrangers. Leur influence ne s'exerce donc que bien faiblement sur la région qu'elles traversent. Quoique depuis quelques années, dans certaines parties du pays, on se soit mis à construire des embranchement affluents et que le Gouvernement encourage par toute espèce de moyens ces entreprises, une amélioration sensible du réseau des chemins de fer russes ne se manifeste que lentement dans ce sens, grâce au manque d'initiative et aussi à la rareté des capitaux. Cependant, il se produit actuellement une tendance très marquée en faveur du développement de l'industrie à l'intérieur du pays. A mesure que cette tendance progressive, qui est intimement liée à l'amélioration des voies de communication, s'accroîtra, le caractère du transport des marchandises devra nécessairement changer. Le trafic à petite distance entre les centres d'activité de l'intérieur du pays augmentera, et l'exportation cessera de comprendre exclusivement les produits bruts qu'elle fournit actuellement à l'étranger.

Comparativement à la première période de l'existence des voies ferrées, un pareil revirement s'est déjà réalisé par rapport à certains produits. Ainsi, par suite de l'accroissement du réseau ferré, et grâce à certaines mesures prises par le gouvernement, l'importation du charbon de terre et des produits métallurgiques a sensiblement diminué et la houille est extraite des mines indigènes. L'importation de l'esprit-de-vin et du sucre a été remplacée par l'exportation de ces produits; une certaine partie des grains exportés est remplacée par de la farine. Des faits analogues se remarquent pour bien d'autres articles du commerce intérieur et extérieur. Cependant, tant que le réseau ne sera pas complet, le transport des marchandises sur les voies ferrées russes conservera les allures générales d'un torrent puissant, partant d'un nombre restreint de points et se dirigeant vers les frontières de l'est et les ports de la mer Noire, de la mer d'Azov et de la Baltique.

Pour donner une idée exacte du caractère du trafic des voies ferrées russes, il est indispensable d'ajouter ici que le parcours moyen d'une tonne de marchandises de petite vitesse est environ de 415 à 420 kilomètres (en 1889, 421 kilomètres; en 1890, 414 kilomètres), ce qui prouve une prépondérance marquée du transport en transit. Le plus grand par-

cours est fait par le pétrole et les autres produits de naphte. Viennent ensuite l'avoine, le seigle, le sel ordinaire et de cuisine, la farine de froment, le naphte, les résidus de naphte et la farine de seigle, dont le parcours est au-dessus de la moyenne; puis le froment, l'orge, la houille, le bois de construction et le bois de chauffage, dont le parcours est au-dessous de la moyenne.

Avec le développement de l'industrie et la production d'objets manufacturés, à la place de matières premières, dans les ateliers et les usines de l'intérieur du pays, les transports des marchandises sur les lignes ferrées doivent accuser un accroissement des transports à petites distances entre les endroits d'extraction des produits bruts et les centres manufacturiers les plus rapprochés. En conséquence, le parcours moyen des marchandises doit nécessairement se réduire. C'est un fait qu'il est facile de constater par l'accroissement du transport de la houille, joint au développement de l'industrie des mines au sud de la Russie. Ainsi, le parcours moyen du charbon de terre sur les voies ferrées russes a sensiblement diminué, malgré l'extension qu'en a prise le transport depuis quelques années. Mais le manque presque complet de lignes secondaires constitue jusqu'ici un obstacle à un développement plus rapide du trafic. Pour les remplacer, on tâche d'utiliser les voies navigables existantes, ainsi que les chaussées et les routes vicinales. C'est surtout le grand développement du réseau des voies navigables dans la Russie d'Europe qui vient en aide aux chemins de fer russes, en leur amenant une quantité considérable de marchandises qui sont transbordées directement de bateau sur wagon ou réciproquement. La vive concurrence que les voies navigables intérieures font aux chemins de fer pour le transport des marchandises, dans d'autres pays, n'a, en Russie, qu'une minime importance; elle n'existe que pour un nombre peu considérable d'articles et ne se produit que sur une étendue bien restreinte du réseau des chemins de fer. Par exemple, la ligne de Rybinsk-Bologoë est en concurrence avec le système de communication par eau Marie (Volga-Néva) et la section méridionale des chemins de fer du Sud-Ouest, avec la partie d'aval du Dniéstre. Mais, en général, les lignes ferrées russes et les voies navigables intérieures échangent leurs chargements et se portent une aide mutuelle. En présence du manque de lignes secondaires et de l'insuffisance du réseau des voies ferrées, le rôle des voies navigables est même sous ce rapport très utile. En offrant la possibilité de transporter de grandes quantités de marchandises à des distances énormes pour un prix très minime, elles amènent aux chemins de fer des marchandises venant de régions éloignées et qui, autrement, n'auraient pas d'issue. Sous ce rapport, le Volga est de première importance, car c'est la voie la plus étendue et la plus large du commerce de transit dans l'empire de Russie; il y est transporté annuellement environ (il n'existe pas

de données positives) un minimum de 300 millions de roubles de marchandises, et ce fleuve sert, pour ainsi dire, de collecteur à tous les chargements amenés par les ramifications du réseau des voies ferrées qui viennent y aboutir. La longueur du Volga est de 3,566 kilomètres et son bassin s'étend sur une superficie de 1,459,000 kilomètres carrés. Les voies navigables de la Russie d'Europe se divisent en onze bassins principaux : 1° le bassin du Volga avec le lac Biéloïé; 2° le bassin de la Néva avec les lacs Ladoga, Onéga et Ilmen; 3° le bassin de la Dvina du Nord avec le lac Koubenskoïé; 4° le bassin de la rivière Onéga. faisant partie du système de communication par eau : Volga-Néva-Dvina du Nord-Onéga; 5° le bassin du Dniépre; 6° le bassin de la Dvina de l'Ouest; 7° le bassin du Niémen, et 8° le bassin de la Vistule, faisant partie du système de voies navigables Dniépre-Dvina de l'Ouest-Niémen-Vistule. Les bassins isolés sont : 9° celui du Don; 10° celui du Dniéstre, et 11° celui de la rivière Narova.

Sur les points de jonction du réseau des voies ferrées et des voies navigables, il a passé, en 1890, des canaux aux chemins de fer, 1,990,000 tonnes et des chemins de fer aux canaux, 594,000 tonnes de marchandises diverses. Ces données nous montrent que les voies navigables remettent aux chemins de fer près de quatre fois autant de marchandises que ceux-ci n'en transmettent aux premières. Les principaux chargements passant des canaux sur les lignes ferrées sont : les grains (385,000 tonnes), le naphte ainsi que le pétrole (601,000 tonnes), le sel (144,000 tonnes), le bois de construction (780,000 tonnes) et le bois de chauffage (84,000 tonnes).

Les transbordements ont lieu principalement : pour les grains, du Volga au chemin de fer de Rybinsk-Bologoë, à Rybinsk; pour le naphte, le pétrole et le sel, du Volga à la ligne de Nijni-Novgorod, à Nijni-Novgorod et à celle de Griazi-Tsaritsine (cette ligne reçoit aussi une grande quantité de bois de construction); enfin, pour le bois de chauffage, du Volga à la ligne Chouia-Ivanovo, à Kinechma.

Les principales marchandises transmises des chemins de fer aux voies navigables sont : les grains (170,000 tonnes); le sel (77,000 tonnes); la houille (46 tonnes); le bois de construction (224,000 tonnes), et le naphte avec le pétrole (20,000 tonnes). Les transbordements les plus considérables se font : pour les grains, du chemin de fer d'Orenbourg au Volga, à Samara; du chemin de ter de Tambov-Saratov, à Saratov; pour le sel, du chemin de fer de Baskountchak au Volga, à Vladimirovka; pour la houille, de la ligne minière de l'Oural à la Kama, à Bérézniaki; pour le bois de construction et le naphte ainsi que le pétrole, de la ligne du Volga-Don au Don, à Kalatch.

D'après ces chiffres, il est facile de se rendre compte que la voie navigable du Volga donne la possibilité de réduire le parcours par chemin de fer d'une quantité considérable de grains venant des rayons de l'Est. Ce n'est que grâce à cela que ces produits peuvent concourir avec succès sur les

marchés éloignés avec les produits des localités plus rapprochées. De même, le naphte et le pétrole de la mer Caspienne ont pu facilement, à l'aide du Volga, pénétrer jusqu'aux lignes de l'est et du centre. Le sel, le bois de construction et surtout les produits métallurgiques de l'Oural, ainsi que certaines marchandises de Sibérie, descendent par la Kama, ainsi que par d'autres affluents du Volga, jusqu'à cette rivière, et celle-ci, grâce aux voies ferrées qui y aboutissent, leur ouvre une route facile et à bon marché vers tous les marchés intérieurs de la Russie. Nous voyons donc que les voies navigables intérieures servent non seulement à faciliter aux marchandises l'accès des chemins de fer, mais forment, dans beaucoup de circonstances, un complément naturel et indispensable des voies ferrées. Ce caractère appartient surtout aux voies navigables d'un grand développement sur lesquelles la traction se fait à la vapeur; telles sont, outre le Volga, le Dniépre, la Néva, le Don et, en partie, le Niémen et la Dvina de l'Ouest.

Grâce au bon marché extraordinaire du fret par voie d'eau, le transport de 1 poud sur le Volga revient de $^1/_{150}$ à $^1/_{180}$ de copeck par verste, soit pour une tonne à $^1/_3$ à $^1/_4$ de copeck par kilomètre. Le réseau des chemins de fer russes, aux endroits où il s'entrecroise avec les voies navigables, présente pour les marchandises transportées par celles-ci une force d'attraction qui surpasse de dix et même de quinze fois celle qu'il exerce sur les marchandises transportées par les moyens ordinaires de communication par terre.

Quoique le roulage soit à bien meilleur marché en Russie qu'il ne l'est dans l'ouest de l'Europe, et que sur les grandes routes il coûte de $^1/_{10}$ à $^1/_{18}$ de copeck par poud-verste (3 $^1/_2$ à 6 copecks par tonne-kilomètre), il est évident que, même dans ces conditions, il ne peut faire la concurrence aux chemins de fer que dans certains cas exceptionnels et à de courtes distances, et que, par conséquent, il ne peut servir actuellement qu'à amener les marchandises jusqu'aux lignes ferrées. Mais dans certaines localités, grâce au peu de développement du réseau des chemins de fer, les chaussées et les grand'routes ont encore conservé jusqu'ici toute leur importance et leur indépendance pour le transport des marchandises. C'est ainsi que, dans le Sud, on retrouve encore le type de l'ancien roulier, dont le métier était autrefois si répandu et au moyen duquel on entretenait jadis des relations de commerce très actives entre les gouvernements du centre et l'Oukraine, d'une part, et les ports de la mer Noire, d'autre part. Dans le nord de la Russie, on transporte encore les marchandises à l'aide de chevaux à de grandes distances, surtout en hiver, quand on peut faire usage de traîneaux.

Par suite de la rigueur du climat, la navigation est interrompue pendant une période assez longue de l'année, environ sept mois. Il ne reste donc, comme seul moyen de transport, que ces longs trains de chariots remplis de marchandises diverses, qu'on rencontre sur les routes d'hiver dans les

gouvernements du nord de la Russie, de même que sur les vastes étendues de la Sibérie. La seule concurrence aux chemins de fer, qui existait encore il y a quelques années, tout au moins en ce qui concerne le transport du bétail, c'étaient les grand'routes par lesquelles on menait les troupeaux de bœufs et d'autres bêtes de boucherie, de l'Oukraine vers le nord. Mais actuellement, comme mesure de précaution contre le développement de l'épizootie, on a défendu d'utiliser les grand'routes à cet usage et le bétail est transporté vers les gouvernements du nord par la voie ferrée.

En général, vu l'insuffisance du réseau ferré, relativement à l'énorme étendue de l'empire de Russie et à ses immenses richesses naturelles, il existe trop peu de routes — chaussées ou chemins vicinaux — qui soient en assez bon état pour pouvoir amener les produits locaux jusqu'aux lignes ferrées. Avant la construction des chemins de fer, le Gouvernement s'occupait activement de l'établissement de chaussées dans différentes parties du pays, mais la plupart de celles-ci — si bien entretenues qu'elles fussent — perdirent leur signification commerciale quand parurent, dans la même direction, les voies ferrées. Il existait en tout en Russie, en 1890, 11,577 kilomètres de chaussées; mais la plupart des routes reliant les villes principales des gouvernements avec les chefs-lieux de district sont de simples routes vicinales qui, évidemment, ne sont pas toujours dans d'assez bonnes conditions pour pouvoir servir à la circulation et au transport. L'insuffisance des routes est encore plus sensible dans les parties de l'Empire plus éloignées du centre, où il n'existe pas du tout de chemin de fer.

La route militaire de Géorgie, qui est si remarquable sous le rapport technique et qui sert de communication entre les chemins de fer de la Russie d'Europe et la ligne ferrée du Transcaucase, séparée du réseau général, traverse la partie centrale la plus élevée de la chaîne du Caucase. Elle commence à Vladicaucase, passe par la gorge étroite de Tassaour et ensuite, tout en longeant les versants des monts Kasbek, Gout-gora et Krestovaïa, descend dans la vallée de Kachaour et vient aboutir à Tiflis. Il existe une autre route dans la région du Transcaucase; elle est établie le long de la mer Caspienne et traverse la ville de Derbent.

Dans les vastes étendues septentrionales et orientales de la Sibérie, il n'existe encore aucune route. Les communications ne sont entretenues que par les rivières, et il faut remonter vers le sud et l'ouest pour trouver des voies tracées. La route principale de Sibérie, allant de la Russie d'Europe vers l'est, commence à Écathérinbourg, traverse les villes d'Omsk, de Tomsk, de Krasnoïarsk et d'Irkoutsk, se dirige vers Kiakhta, Tchita, Nértchinsk et Srétensk, longe ensuite la rive gauche de l'Amour jusqu'à Khabarovko, puis les bords de l'Oussouri et vient aboutir à Vladivostok.

Sur l'énorme superficie des steppes de l'Asie centrale, il n'existe encore,

outre le chemin de fer transcaspien, que des voies de communication naturelles. Par les vastes étendues de steppes et de déserts, où il n'y a aucune route tracée, passent les caravanes, dont la direction dépend principalement de la disposition des puits ou des sources. Des communications stables et constantes n'existent qu'entre les villes principales. Les relations entre la Russie d'Europe et le Turkestan sont établies principalement par deux routes, l'une partant de la forteresse d'Orsk, l'autre de la ville de Troïtsk, toutes deux se rejoignent au fort Pérovsk et se dirigent vers Tachkent.

On trouvera à la fin de l'Atlas un tableau graphique indiquant le mouvement des marchandises sur les voies ferrées et les voies navigables de la Russie.

PREMIÈRE PARTIE





PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Établissement de la route.

CHAPITRE II

Ouvrages d'art.

Remarque. — Les dessins se rapportant à ce chapitre forment un atlas séparé.

CHAPITRE III

Superstructure.

CHAPITRE IV

Stations.

CHAPITRE V

Bâtiments.

CHAPITRE VI

Organisation du service de la voie et des bâtiments.

CHAPITRE PREMIER

Établissement de la route.

Par A. TCHERNIAVSKY

INGÉNIEUR

1. — Caractère général des lignes et conditions techniques des études.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — L'établissement du réseau des chemins de fer russes n'a pas été sans présenter des difficultés, à cause des grandes dépenses qu'a entraînées la vaste étendue des territoires traversés; mais il a été beaucoup facilité par le peu de relief du pays.

Les vallées parcourues par les rivières de la Russie sont très larges et se composent le plus souvent de terres basses limitées par des gradins ou des terrasses. Elles ont parfois une largeur de plusieurs dizaines de kilomètres et sont couvertes d'herbes et parsemées de prairies, de lacs, de marais et d'anciens bras de rivières. Au printemps, elles sont souvent entièrement submergées. Les rivières, dont les berges sont peu élevées, sortent alors de leurs lits et sont quelquefois transformées en véritables torrents, qui s'étendent jusqu'au pied des terrasses; celles-ci leur servent en quelque sorte de secondes rives.

Cependant, cette configuration du sol présente des exceptions. Tels sont les terrains salifères ou les steppes salines qui pénètrent très avant dans le continent et présentent des surfaces presque géométriquement planes. Elles s'étendent parfois à des centaines de kilomètres avec une pente presque nulle vers la mer et sont dépourvues d'eau. Comme exemple, nous citerons les plaines immenses qui bordent la mer Caspienne au nord-ouest, au nord et à l'est. De ce dernier côté, les steppes salines, d'une étendue de plusieurs centaines de kilomètres, sont limitées par les chaînes des Grands et des Petits Balkhans, et plus loin par les monts Kouren-Dagh. Les Grands Balkhans viennent plonger jusque dans la mer, à Krasnovodsk, et forment en cet endroit des rives élevées. Plus au sud, ils se dirigent vers l'intérieur du pays, en découvrant peu à peu une vaste plaine, dont le littoral est couvert, sur une étendue de 20 à 30 kilomètres, de dunes de sables mouvants, auxquelles il n'est pas rare de voir atteindre des hauteurs de 60 à 80 mètres au-dessus du niveau de la mer. De pareilles dunes (appelées *barkhanes* en Asie), de 20 à 30 mètres d'élévation, se forment quelquefois dans l'espace de vingt-quatre heures. Il n'y a pas beaucoup de steppes

salines en Russie, mais on y rencontre plus fréquemment des dunes ou *barkhanes* le long du littoral des mers et des grands lacs. Il y en a entre autres sur les côtes de la mer Noire, entre Pérékop et l'embouchure du Dnièpre.

Une autre exception à la configuration générale du sol de la Russie est constituée par les régions montagneuses, telles que le Caucase, la presqu'île de Crimée et une grande partie de la Sibérie. Mais, jusqu'à présent, on n'a pas établi beaucoup de chemins de fer dans ces parages, et la ligne de Sibérie, en voie de construction, n'est pas encore sortie de la plaine.

La première voie ferrée construite en Russie, celle de Tsarskoé-Sélo, a été tracée presque en ligne droite; son point terminus, Pavlovsk, est situé à 27 kilomètres de Saint-Pétersbourg et à 26 mètres au-dessus du niveau de cette ville. On a également tracé presque en ligne droite le chemin de fer Nicolas, qui réunit les deux métropoles Saint-Pétersbourg et Moscou. Mais on n'a pas tardé à reconnaître l'erreur commise en le faisant passer à une grande distance des localités intermédiaires, pour lui faire suivre le plus court chemin entre ces deux villes. Pour la même raison, on dut souvent lui faire traverser les bassins des rivières, les lignes de partage des eaux et les marais aux points les plus défavorables; il en résulta que son prix de premier établissement fut énorme.

Plus tard, on paraît avoir évité avec soin les tracés en ligne droite entre deux points extrêmes et avoir tâché de s'en tenir autant que possible à la direction qui répondait au minimum des travaux d'art et des terrassements. Mais on finit par s'attacher tellement à ce système, qu'on exagéra dans un autre sens, si bien que, par exemple, sur la ligne d'Odessa à Balta, qui suit le faîte de partage des versants du Kouïalnik et du Dniestre, on se heurta, dès l'inauguration, à des difficultés suscitées par l'insuffisance de l'eau.

Ces tendances extrêmes, à l'origine, dans la construction des voies ferrées ont pourtant eu un avantage, c'est d'empêcher des erreurs semblables à l'époque où la construction des chemins de fer atteignit son apogée : de 1867 à 1880. En s'aidant en plus de l'expérience acquise à l'étranger, on a pu établir le réseau russe d'une manière satisfaisante à plus d'un point de vue. Les lignes successivement établies ont profité chaque fois de perfectionnements nouveaux, de telle sorte que les dernières sont tout naturellement les mieux faites. Ceci provient encore de ce que le ministère des voies de communication ayant pris note des erreurs du passé et ayant la haute main sur tous les travaux, a toujours exigé des constructeurs les améliorations dont la nécessité s'était fait sentir précédemment. Ainsi, il a été reconnu indispensable d'éviter, autant que possible, de couper les lignes de faîte perpendiculairement, ou de les suivre exclusivement; il ne restait donc qu'à longer les fonds des thalwegs, en cherchant à traverser le mieux possible les vallées secondaires, ainsi que les contreforts ou les terrasses qu'on rencontre, comme nous l'avons dit, presque partout en Russie.

LIGNES DE PARTAGE DES EAUX. — Il va de soi qu'en traitant des lignes de partage des eaux, il convient de les distinguer suivant que la région est montagneuse ou ne l'est pas.

On sait que la superficie de la Russie d'Europe se divise en quatre bassins maritimes,

dont les lignes de faîte comprennent plusieurs plateaux peu élevés. Parmi ceux-ci, la plaine marécageuse de Minsk, servant de ligne de partage aux versants de la Baltique, de la mer Noire et de la Caspienne, s'élève à peine à 300 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les lignes de partage de la Russie d'Europe ne sont presque jamais formées de montagnes ni de crêtes bien accentuées, comme celles de l'Europe occidentale. La plaine de Poléssié et le plateau de Valdaï peuvent en donner une idée. Comme lignes de faîte en pays de montagnes, nous avons celles du Caucase, de la Crimée, de la Finlande et de la Sibérie.

L'établissement des voies ferrées sur les lignes de faîte, en pays de plaines, n'a pas présenté de difficultés, bien qu'en certains endroits, — par exemple, celui où la ligne de Voronège-Rostov passe du bassin du Don à celui du Donetz, — il ait fallu tailler dans le roc et faire jouer la mine dans les tranchées. En pays de montagnes, les lignes de faîte ont été franchies au moyen de fortes rampes ou de tunnels.

Accès des villes. — Dans le tracé du réseau des chemins de fer russes, on a cherché avant tout à réunir les centres ayant de l'importance au point de vue stratégique et commercial. On a tracé le chemin de fer Nicolas presque en ligne droite en passant à une distance assez considérable de Novgorod, de Valdaï, de Tver et de Torjok (situées le long de la chaussée de Saint-Pétersbourg à Moscou), uniquement pour ne pas allonger la voie qui unit les deux métropoles. Mais plus tard, le commerce de quelques-unes de ces villes, ainsi négligées, prit un tel essor, qu'il fallut les relier par des embranchements à la ligne principale.

Dans la suite, comme on construisit des chemins de fer non seulement en vue du transit, mais encore en prévision du développement possible du trafic local, toute cause d'éviter des villes ou d'autres centres commerciaux perdit, de soi-même, sa raison d'être. On ne laissa de côté que les villes dont l'importance au point de vue du trafic était presque nulle.

Pour l'établissement des gares, on a exproprié d'ordinaire des terrains contigus aux agglomérations. Il n'y a eu d'exception que lorsque des difficultés locales, inconciliables avec les conditions techniques prescrites, ne permirent pas de mener la ligne jusqu'aux villes, ou quand le prix des terrains aux abords de ces dernières était trop élevé. Parmi les 116 villes situées sur le parcours des chemins de fer de la Russie, 16 seulement sont à plus d'un kilomètre de la ligne voisine, savoir : Alexine et Dombrova (chemin d'Ivangorod-Dombrova), Ecathérinoslav (chemin de Lozovo-Sévastopol), Ivangorod (chemin de la Vistule), Kozlov (chemin de Kozlov-Voronège-Rostov), Koursk (gare commune des trois chemins vers Kieff, Moscou et Kharkov), Libau et Minsk (chemin de Moscou-Brest), Morchansk (Morchansk-Sysrane), Novoguéorguievsk, Riajsk, Serpoukhov, Tver, Vychniy-Volotchok, Tcherkassy et Yaroslav. Parmi les villes que nous venons d'énumérer, celle de Koursk possède déjà une voie ferrée la reliant à la gare, de même qu'un embranchement spécial permet d'atteindre Ecathérinoslav. Les villes de Serpoukhov, Tver et Vychny-Volotchok communiquent avec leurs gares de voyageurs par des chaussées. A Saint-Pétersbourg, Moscou, Varsovie, Gatchina et Dvinsk

(Dunabourg), les gares, très éloignées les unes des autres, ont été reliées entre elles par des chemins de ceinture traversant la banlieue. En général, la distance qui sépare les villes des gares de voyageurs dépasse rarement deux ou trois kilomètres, et n'atteint six kilomètres qu'à Koursk, qui possède d'ailleurs un chemin d'accès ferré. Les gares du chemin Nicolas et de Tsarskoé-Sélo à Saint-Pétersbourg, celles de Moscou-Koursk à Moscou, de Varsovie-Vienne à Varsovie, de Riga-Dvinsk à Dvinsk, ainsi que les gares de Vitebsk, Bakhmatch, Batoum, Odessa et Riga, se trouvent actuellement presque au centre de ces villes, à cause de l'extension que ces dernières ont prise.

Déclivités et courbes. — Lors de la construction du chemin de fer Nicolas, on s'était surtout appliqué à établir des pentes d'aussi faible inclinaison et des courbes d'aussi grand rayon que possible. Presque toutes les courbes de cette ligne ont 6,400 mètres de rayon, et la plupart des pentes ne dépassent pas 0.004, bien qu'il y en ait plusieurs de 0.005. On ne se permit d'établir une rampe de 0.0078 que pour franchir le plateau de Valdaï, mais elle fut remplacée, en 1881, par une autre de 0.006, coupée de paliers, ce qui occasionna l'établissement d'un détour de 10,670 mètres. Lors de la construction du chemin Nicolas, on ne prit pas garde de ménager des paliers pour raccorder les pentes aux rampes On rencontre des pentes de 0.005 se prolongeant sur des parcours de 9,600 et même de 17,000 mètres. La rampe de Vérébié, dont nous venons de parler et qui servait à franchir le plateau de Valdaï, avait 16 kilomètres. Souvent il était absolument impossible d'arrêter le train venant de Saint-Pétersbourg à la station de Vérébié, située sur cette pente.

On ne répéta plus cette faute en construisant les autres lignes. On eut soin de couper les longues rampes par des paliers. Les stations, les grands ponts et les passages de pente à rampe furent aussi établis en palier. Mais de 1860 à 1870, — période où furent construits la majeure partie des chemins de fer russes, — on augmenta le plus possible la déclivité du profil afin de diminuer les dépenses de premier établissement, sans prendre en considération les frais qui pourraient en résulter pour l'exploitation. Les limites des rampes et des pentes généralement adoptées étaient de 0.010 pour les contrées non accidentées de l'Empire, et de 0.0125 pour les chemins en pays accidentés (lignes d'Orenbourg, Tambov-Saratov, Lozovo-Sébastopol). Dans les régions montagneuses, on porta les pentes jusqu'à 0.015, comme à la traversée de l'Oural, et même à 0.046, comme à celle du Sourame sur le chemin de Poti-Tiflis. D'autre part, le rayon de courbure jouant un rôle important dans le prix de revient des lignes, on toléra des rayons de 1,000 à 600 mètres et même plus petits.

Vers 1875, on essaya de diminuer la limite de pente et, pour les études entreprises par l'État, on fixa la pente maximum en pays plat à 0.008. La seconde traversée de l'Oural a été construite avec des pentes maxima de 0.010, au lieu de celles de 0.015 admises pour la première, et la pente de la section la plus difficile du chemin de Poti-Tiflis a été ramenée de 0.046 à 0.025. Dans les régions plates, on a déjà construit plusieurs chemins avec des déclivités à pente réduite, celui de Catherine, par

exemple, dont les pentes ne dépassent pas 0.008, ceux de Catherinebourg-Tioumen et de Poléssié, dont les pentes ont 0.006 au plus. Le chemin de Pskov-Riga, projeté il y a dix-huit ans avec des pentes de 0.010, a été exécuté avec des déclivités de 0.008, et on est arrivé à ce résultat sans augmenter le cube des terrassements, en refaisant les études avec plus de soin.

Sur les lignes russes, on ne tolère aujourd'hui des pentes de 0.015 que dans des cas exceptionnels, dans des régions très montagneuses, comme, par exemple, sur l'embranchement de Lousnieff du chemin de fer minier de l'Oural, encore cette pente avait-elle été admise avec certaines restrictions. En 1877, sur la ligne stratégique de Bender-Galatz, on alla jusqu'à admettre une pente de 0.018 pour diminuer le cube des terrassements et pouvoir livrer la ligne plus tôt à la circulation.

Actuellement, sur les lignes en construction, les déclivités ayant l'inclinaison maximum sont interdites sur une longueur de plus de 5 verstes (5,330 mètres): au delà, les pentes doivent être coupées par des paliers de 200 sagènes (426 mètres) de longueur. Les déclivités de sens différents doivent être séparées par des paliers de 50 sagènes (106.50 mètres) dans les contrées montagneuses et de 100 sagènes (213 mètres) dans les autres. Si la chose n'est pas possible, il faut raccorder les deux déclivités au moyen d'un arc de parabole.

Les rayons de 150 sagènes (320 mètres) ne sont tolérés qu'à titre d'exception dans les régions montagneuses, comme au chemin minier de l'Oural et au chemin de Oufa-Zlatooust, et cela, à condition que la pente ne dépasse pas 0.005. Lors de la construction de la ligne Poti-Tiflis, on a même autorisé des rayons de 75 sagènes (160 mètres). Mais on peut considérer 200 sagènes (427 mètres) comme limite inférieure du rayon en Russie, bien que sur plusieurs chemins de fer on soit parvenu à ne pas l'atteindre. Ainsi, sur le chemin de Samara-Oufa, on a adopté un rayon minimum de 300 sagènes (640 mètres), en évitant, autant que possible, de le faire coïncider avec la pente maximum. Dans les parties peu accidentées, on n'a admis des courbes de 300 sagènes de rayon que sur des pentes inférieures à 0.005, et des courbes de 250 sagènes (565 mètres) que sur des pentes inférieures à 0.001. Pour les pentes dépassant 0.005, on porte le rayon minimum à 350 sagènes (746 mètres).

Aujourd'hui, il est rare de voir tracer des courbes en plaine avec des rayons de plus de 1,000 sagènes (2,133 mètres).

Il n'existe pas de règle fixe concernant les alignements droits raccordant deux courbes en sens inverse. Sur les chemins miniers de l'Oural, la longueur de ces droites de raccordement a été réduite à 10 sagènes (21.33 mètres), pour les courbes de 300 sagènes (640 mètres) de rayon. Celles d'un plus grand rayon ont été raccordées entre elles directement sans l'intermédiaire de droites. Sur les chemins de Samara-Oufa et de Oufa-Zlatooust, on a adopté, pour toutes les droites de raccordement, indépendamment du rayon des courbes, une longueur uniforme de 30 sagènes (64 mètres). Sur les lignes établies en plaine, ayant des courbes d'un rayon minimum de 500 sagènes (1,066 mètres), on a donné une longueur d'au moins 50 sagènes (106 mètres) aux alignements droits qui les raccordent entre elles.

Exemples caractéristiques de lignes. — Les lignes suivantes peuvent servir à caractériser la construction de nos chemins de fer :

1° *Chemin de fer Nicolas.* — Il a été construit par l'État et se distingue par son tracé presque en ligne droite; ses pentes douces ne dépassent pas 0.006 et ses courbes ont jusqu'à 3,000 sagènes (6,399 mètres) de rayon. Les plus petits rayons admis maintenant, sur la section de 22 verstes (23,450 mètres) nouvellement construite entre les stations de Bourga et de Torbino, sont de 500 sagènes (1,066 mètres). Partant de Saint-Pétersbourg, à 4.11 sagènes (8.76 mètres) au-dessus du niveau de la mer, il franchit les versants des chaînes de partage ainsi que les bassins de deux grandes rivières, le Volkhov et la Msta. Il monte ensuite jusqu'au plateau de Valdaï, où il coupe les bassins des rivières Tzna, Tvertza, Volga et Chocha. Il suit ce plateau jusqu'à Moscou, son point extrême. La cote la plus élevée de la ligne se trouve à la verste 567 (kilomètre 604), près de la station de Krioukovo; elle est de 101.71 sagènes (216.95 mètres). La ligne franchit sur son parcours un grand nombre de marais ainsi que plusieurs centaines de petits cours d'eau; on a dû établir des tranchées dans de très mauvais terrains argileux, ce qui explique en partie le temps assez long qu'a duré sa construction (neuf années, études comprises).

2° *Chemins de fer de Poléssié.* — Ils ont aussi été construits par l'État et se composent de six lignes, dont la longueur totale est de 1,413 verstes (1,506 kilomètres). Ils traversent en majeure partie des pays plats, couverts d'un grand nombre de marais. Seules, les sections de Baranovitchi à Biélostoc et de Gomel à Briansk parcourent des régions plus élevées. Sur les autres 950 verstes (1,013 kilomètres) du réseau, 233 verstes (248 kilomètres) sont établies dans des marais, dont quelques-uns ont 1.50 sagène (3.70 mètres) de profondeur. Une ligne suit sur plusieurs dizaines de kilomètres la vallée du Pripet. Celle-ci était autrefois considérée comme infranchissable, parce qu'au printemps, pendant la crue, elle est en grande partie submergée. On a donc été obligé d'établir un grand nombre d'ouvrages d'art, afin de permettre l'écoulement des eaux.

Les lignes dont il s'agit se distinguent par des profils faciles et des pentes ne dépassant presque jamais 0.006. Les rayons des courbes varient de 300 à 2,000 sagènes (640 à 4,266 mètres), et ce n'est que sur les sections plus difficiles de Baranovitchi à Biélostoc et de Gomel à Briansk qu'on a établi des courbes d'un rayon de 250 sagènes (533 mètres) sur des pentes d'une inclinaison de 0.008. La plus grande différence entre les cotes de niveau dépasse à peine 30 sagènes (64 mètres), et la hauteur maximum des remblais et des tranchées ne dépasse nulle part 4 sagènes (8.52 mètres).

3° *Chemin de fer Transcaucasien.* — La ligne principale va de Poti et Batoum, sur la mer Noire, jusqu'à Bakou, sur la côte de la mer Caspienne. Elle monte depuis Poti, suit la vallée du Rion, coupe à plusieurs reprises ses nombreux affluents et leurs tributaires et atteint ainsi le point le plus bas de la chaîne du Sourame, qu'elle traverse à une altitude de 2,539 pieds (773 mètres) au-dessus du niveau de la mer, par un tunnel remplaçant la traversée primitivement établie en cet endroit. Elle descend ensuite la vallée de la Koura, en franchissant plusieurs fois cette rivière et ses affluents

jusqu'à Bakou, à 61.32 pieds (18.69 mètres) au-dessous du niveau de la mer Noire.

Sur la ligne principale viennent se greffer deux embranchements vers Koutaïs et vers Tkvibouli, qui ont les mêmes traits caractéristiques qu'elle.

Les plus hauts remblais ont 12 sagènes (25.60 mètres) de hauteur et les plus grandes tranchées 13 sagènes (27.73 mètres) de profondeur. En beaucoup d'endroits, la ligne est établie sur le roc; aux points les plus bas du profil, elle traverse un grand nombre de marais, qui s'étendent à des dizaines de kilomètres de distance. On divise la ligne en trois sections par rapport à son profil, savoir : *a*) La section de montagne, depuis Kvirili jusqu'à Mikhaïlovo, 59 verstes (6,289 mètres), avec des courbes d'un rayon minimum de 80 sagènes (170 mètres), des pentes maximums de 0.046, ramenées aujourd'hui depuis l'établissement du tunnel à 0.028; *b*) la section de Tkvibouli Koutaïs jusqu'à Tkvibouli, dont les courbes ont des rayons minimums de 60 sagènes (128 mètres) et dont les pentes maximums atteignent 0.040; *c*) la section de plaine, avec des pentes ne dépassant pas 0.01 et des courbes de 125 sagènes (267 mètres) de rayon.

4° *Chemin de fer Transcaspien.* — Il a une longueur de 1,342 verstes (1,430 kilomètres), depuis Ouzoun-Ada, au bord de la Caspienne, jusqu'à Samarkande. Il a été construit avec une rapidité remarquable dans un pays si sauvage et si désert qu'on a été obligé de faire venir de loin les ouvriers et les matériaux de construction. Son profil ne présente aucune particularité à cause du peu de relief du sol. Mais, comme la ligne traverse des terrains salifères ou couverts de sables mobiles, on a eu beaucoup de peine à consolider la voie. Les vents violents qui règnent dans le pays déplacent constamment les dunes de sable ou *barkhanes*, tantôt encombrant la voie, tantôt creusant des vides sous les rails. En certains endroits, dans les salines et les terrains argileux, il a fallu faire sauter le sol à la poudre ou à la dynamite pour creuser les tranchées. Les rivières franchies par le chemin se distinguent aussi par l'instabilité de leur lit, c'est pourquoi l'établissement des ponts a présenté beaucoup de difficultés. Pour parer au danger des attaques des Tartares et des Tékkés sauvages et nomades, les travaux ont été exécutés par les hommes des bataillons de chemin de fer, aidés d'ouvriers russes et persans.

5° *Chemin de fer Ouest-Sibérien* (en construction). — Les renseignements relatifs à cette ligne sont intéressants, parce qu'ils caractérisent le système de construction adopté en dernier lieu en Russie. Elle part de la station de Tchélabinsk, point extrême de la section Zlatooust-Tchélabinsk, premier tronçon du futur chemin de fer Transsibérien. Elle va jusqu'à la station de Potchitansk, tête de ligne de la section médiane qui portera le nom de « chemin de fer Central-Sibérien ».

A l'heure qu'il est, les études sont terminées sur une distance de 1,049 verstes (1,118 kilomètres) à l'est de Tchélabinsk. Sur le reste du parcours de la ligne, jusqu'à sa jonction avec le Central-Sibérien, on a pratiqué des reconnaissances permettant de fixer la direction du tracé.

D'après ces études, l'Ouest-Sibérien se dirige vers l'est de la ville de Kourgane, près de laquelle il franchit la rivière Tobol par un pont de 200 sagènes (426 mètres). Puis,

traversant la rivière Ichim, il passe par Pétropavlovsk, et va couper la rivière Irtysch près de la ville d'Omsk. L'endroit choisi pour le passage de l'Irtysch est à 5 kilomètres de la ville; on doit y établir un pont de 300 sagènes (640 mètres). Quant à la gare d'Omsk, elle sera à 3 kilomètres de la ville. A partir de là, la ligne pénètre dans la steppe de Barabine, et entre dans les gouvernements de Tobolsk et de Tomsk. Après avoir passé par la ville de Kaïnsk, elle suit une crête élevée qui sépare les versants des rivières Karanovka et Kargone, d'où elle descend au nord de la steppe Baraba. La ligne franchit ensuite le fleuve Obi au bourg de Krivostchok et vient se raccorder au Central-Sibérien, comme nous l'avons déjà dit, à la station de Potchitansk, en passant à 80 verstes (85 kilomètres) au sud de la ville de Tomsk.

Pour le moment, on n'a commencé les travaux que de Tchélabinsk à Omsk, sur un parcours de 747 verstes (796 kilomètres).

Les dépenses de la construction ont été estimées à 22,335,347 roubles, rails, attaches et matériel roulant compris, soit 29,000 roubles par verste (1,066 mètres) de ligne principale. Ce prix kilométrique comprend 9,619 roubles pour les rails, les attaches et le matériel roulant, et 20,281 roubles pour les travaux et d'autres fournitures. Il y a cent cinquante-huit ouvrages d'art projetés pour livrer passage aux eaux et, dans ce nombre, deux grands ponts métalliques, l'un sur le Tobol, l'autre sur l'Ichim. Quant au pont de 300 sagènes (640 mètres) sur l'Irtysch, il est question de le remplacer par un bac à vapeur pour le transbordement des marchandises et des voyageurs pendant l'été; en hiver, on passerait la rivière en traîneau, ou en train lorsqu'il serait possible d'établir la voie sur la glace.

Les stations ne seront pas distantes de plus de 50 verstes (53 kilomètres), ce qui permettra de faire passer sur la voie unique trois trains dans chaque sens par jour. L'un de ceux-ci marchera à une vitesse moyenne de 20 verstes (21 kilomètres) à l'heure et transportera des marchandises et des voyageurs. Les deux autres seront des trains de marchandises et auront une vitesse de 12 verstes (12.75 kilomètres).

Il ne sera érigé des bâtiments de recettes pour les voyageurs qu'aux stations où l'on peut prévoir une grande affluence de public, ou bien aux endroits où il sera indispensable d'installer des buffets. Aux autres gares, on aménagera pour les voyageurs de hasard de petits locaux dans les bâtiments pour les agents. Les maisons des piqueurs, des équipes de l'entretien et des gardes seront construites en bois, avec fondations sur pilotis ou sur piliers en maçonnerie. Quant au matériel roulant, on se propose, pour commencer, de se borner à acquérir la quantité strictement indispensable pour mettre en marche, dans chaque sens, un train mixte par jour et un train de marchandises tous les deux jours seulement, ainsi que cent et vingt trains d'ouvriers et douze trains de service par an.

La grande difficulté sur certaines sections consiste à trouver toujours l'eau strictement nécessaire à l'alimentation des locomotives et l'eau potable indispensable aux voyageurs.

Sous ce rapport, c'est la section comprise entre l'Ichim et l'Irtysch qui est dans les conditions les plus défavorables; on n'y rencontre aucune source vive. Il est possible

qu'on soit réduit à transporter l'eau au moyen des trains et à établir des réservoirs alimentés artificiellement, si toutefois on ne réussit pas à se procurer de l'eau au moyen de puits artésiens. En général, on a l'intention de n'installer d'appareils d'alimentation d'eau dans les gares qu'en prévision de sept trains par jour dans chaque sens.

Le climat sur tout le parcours du chemin de fer Ouest-Sibérien est assez rigoureux, mais il n'arrive jamais que le sol reste constamment gelé. On a calculé que la superficie de la région desservie par la ligne est de 545,681 verstes carrées (620,944 kilomètres carrés), et qu'elle comprend une population de 1,108,000 âmes, soit, en moyenne, deux habitants par verste carrée.

6° *Chemin de fer de l'Oussouri* (en construction). — Les détails concernant ce chemin de fer, qui doit réunir Vladivostok à la station de Grafskaïa sur la rivière Oussouri, présentent également de l'intérêt. Sa longueur sera de 377.71 verstes (402.93 kilomètres), sans compter un embranchement de 4.09 verstes (5 kilomètres) descendant vers la rivière.

A partir de Vladivostok, la ligne côtoie les baies de l'Amour et d'Ouglov, contourne cette dernière et passe par les bourgs de Nicolskoïé et de Spaskoïé pour aboutir à la station de Grafskaïa. Elle sera à voie unique. Sa capacité de trafic est calculée à raison de trois trains dans chaque sens par jour, marchant à une vitesse moyenne de 20 verstes (21 kilomètres) à l'heure, ainsi que de cent et vingt paires de trains d'ouvriers et douze paires de trains de service par an. Entre les stations, on ménagera des paliers pour y établir, quand cela sera nécessaire, des garages de manière à pouvoir porter le nombre des trains à sept par jour dans chaque sens. On installera aussi les appareils d'alimentation en prévision de ce nombre de trains, en prenant la précaution d'établir des châteaux d'eau de réserve sur les longs parcours entre les gares.

Pour diminuer les frais de premier établissement, on a réduit au minimum le nombre des stations et des bâtiments de toute espèce sur la ligne. Parmi les onze stations, cinq seulement posséderont des bâtiments pour les voyageurs; aux autres, on établira des installations pour le public dans les maisons d'habitation.

Les ponts de plus de 5 sagènes (10.65 mètres) d'ouverture seront à petites travées, avec superstructure métallique reposant sur des piliers métalliques. Quelques-uns seront provisoirement exécutés en charpente. L'ouvrage d'art le plus important sera un pont métallique sur l'Oussouri, à trois travées de 40 sagènes (85 mètres) de portée chacune, avec supports en maçonnerie et fondations sur caissons.

Excepté Vladivostok et autres endroits habités, partout les passages à niveau ne seront pas gardés.

Le prix de revient de la construction de la ligne de l'Oussouri du chemin de fer Transsibérien a été évalué à 17,661,051 roubles, soit 46,257 roubles par verste (43,361 roubles par kilomètre).

Comme dans la région de l'Oussouri il n'y a pas d'ouvriers sur place, on emploie aux travaux les soldats des régiments cantonnés dans l'arrondissement militaire de l'Amour, ainsi que les forçats des bagnes les plus rapprochés de l'Oussouri ; trois mille hommes travaillent à la tâche à raison de 3 roubles par sagène cubique (4.554 mètres

cubes) de terrain ordinaire. Quant aux ouvriers chinois et coréens, on n'a pas jugé à propos d'en admettre plus de cinq cents.

La pente maximum admise sur tout le parcours est de 0.008 et le rayon minimum de 250 sagènes (566 mètres), mais ce maximum et ce minimum ne doivent jamais coïncider. Les rails seront en acier, auront 28 pieds (8.53 mètres) de longueur et pèseront 18 livres par pied courant (24 kilogrammes par mètre courant).

On compte pouvoir livrer le chemin à l'exploitation en 1895.

8° *Chemin de fer à voie étroite de Livny.* — On peut le citer comme chemin à voie étroite de l'ancien type. Il a été construit aux frais de l'État en 1871 et compte 57 verstes (61.80 kilomètres) de longueur. Il réunit Livny, chef-lieu d'arrondissement du gouvernement d'Orel, à la station de Verkhovié du chemin de fer d'Orel à Griazi, en traversant une contrée très fertile.

La largeur de la voie mesurée entre les bords intérieurs des rails est de 3.5 pieds (1.07 mètre), la distance d'axe en axe des voies dans les gares, de 1.857 sagène (3.96 mètres), et la pente maximum, de 0.0125 sur un parcours de 10.30 verstes (10.99 kilomètres). L'élévation de la plus longue rampe continue entre deux paliers est de 22.44 sagènes (47.86 mètres); les paliers ont 200 sagènes (426 mètres) de longueur. Il y a en tout cinq stations. Le rayon minimum des courbes est de 9.7 sagènes (207 mètres), et le plus petit rayon de courbure des côtés des triangles établis dans les gares pour tourner les wagons et les locomotives, est de 50 sagènes (106 mètres).

La ligne est à une voie. Sa plate-forme a 2 sagènes (4.26 mètres) de largeur.

Depuis 1880, on remplace les rails en fer, posés lors de la construction, par des rails en acier, pesant 15.5 livres le pied courant (20.82 kilogrammes par mètre courant) et ayant 20 et 24 pieds (6.10 et 7.28 mètres) de longueur. La largeur normale de la couche de ballast est de 1.14 sagène (2.43 mètres) en couronne.

Sur quarante-sept passages à niveau, trente ne sont pas gardés; ils sont simplement pourvus de poteaux indicateurs portant les inscriptions: « Sifflez » et « Gare au train ».

Il existe sur la ligne des quais de marchandises et de transbordement. Le nombre des places dans les remises de locomotives est égal à 85.71 p. c. du nombre réel de ces dernières.

Les locomotives sont du système Fairlie pesant, combustible et eau compris, 52 tonnes ou 8 $^2/_3$ tonnes par essieu en moyenne, et du système ordinaire pesant 20.50 tonnes, soit 5.6 tonnes par essieu.

La limite de charge des wagons à marchandises est de 400 pouds (6,400 kilogrammes); ordinairement, on ne leur fait porter que 300 pouds (4,800 kilogrammes), et rarement 350 pouds (5,600 kilogrammes).

9° *Chemin de fer à voie étroite de Kazan-Malmyge* (en projet). — Nous ne le mentionnons qu'à titre d'exemple de chemin à voie étroite du nouveau type sous le rapport technique. En ce moment, on en est encore aux études. Il doit partir de Kazan sur le Volga pour aboutir près de la ville de Malmyge sur la Viatka. En ce moment, ce n'est qu'une ligne locale; mais plus tard, quand elle aura été prolongée jusqu'à Perm, elle rentrera dans le réseau général des chemins de fer européens.

D'après des données fournies par les études commerciales et statistiques préalables, on a fixé la capacité de trafic de la ligne à six trains par jour dans chaque sens. La distance entre les gares ne dépassera pas 30 verstes (32 kilomètres), la vitesse moyenne du train étant de 15 verstes (16 kilomètres) à l'heure. Entre les stations, on ménagera des paliers en vue d'établir plus tard des garages, qui permettront de doubler le nombre des trains.

Les pentes de cette ligne ne dépasseront pas 0.01 et n'atteindront qu'exceptionnellement 0.015. Le rayon de courbure minimum sera de 100 sagènes (213 mètres), et, dans des cas exceptionnels, seulement de 75 sagènes (160 mètres). La somme des hauteurs d'une série de rampes se succédant d'une manière continue, ne doit pas dépasser 25 sagènes (53.30 mètres). Les pentes en sens inverse pourront ne pas être séparées par des paliers, à condition d'être raccordées par des courbes de 1,000 sagènes (2,133 mètres) de rayon.

Les limites de l'emprise doivent être éloignées au moins de 10 sagènes (21.33 mètres) de part et d'autre de l'axe de la ligne et, dans des cas de force majeure, seulement de 6 sagènes (12.80 mètres). La largeur de la plate-forme doit être de 1.50 sagène (3.20 mètres).

La largeur de la voie mesurée entre les bords intérieurs des rails sera de 3.28 pieds (1 mètre); dans les stations et les garages, la largeur de l'entrevoie mesurée entre les axes des voies adjacentes, ne sera pas inférieure à 1.60 sagène (3.42 mètres).

La largeur de la couche de ballast, pour une voie, sera de 1 sagène (2.133 mètres); on se propose de poser des rails de 11 livres par pied courant (14.8 kilogrammes par mètre courant).

Le nombre de places pour les locomotives dans les dépôts sera égal à 70 p. c. du nombre total des locomotives prévu pour le chemin. On n'établira pas de quais de marchandises ou de hangars, et on laissera à l'exploitation le soin de les construire à mesure que le besoin s'en fera sentir. Les essieux des locomotives en charge ne porteront pas plus de 8 tonnes chacun; les véhicules seront tous à 8 roues et à bogies, et les wagons à marchandises pourront porter jusqu'à 750 pouds (12.1 tonnes).

2. — Acquisition des terrains.

Lors de la construction du chemin Nicolas, un oukase spécial de l'Empereur prescrivit d'acquérir, outre la bande de terrain nécessaire à l'établissement de la voie, deux autres bandes de 10 sagènes (21.33 mètres) de largeur, formant accotement de chaque côté, et destinées à pourvoir aux besoins éventuels de l'exploitation. Pour les stations, on expropria la superficie strictement nécessaire à l'installation des voies, des bâtiments et des dépôts de marchandises. Les terrains ainsi occupés furent payés leur valeur réelle, déterminée par une commission spéciale d'estimation.

Ce mode de déterminer l'emprise à priori avait cet inconvénient, qu'on s'exposait à lui donner trop de largeur dans certains endroits et pas assez dans d'autres. Aujourd'hui,

on procède autrement. On n'est pas tenu de présenter, au préalable, un plan détaillé des terrains à exproprier. Un oukase de l'Empereur permet d'occuper tous les terrains indispensables à la construction du chemin, et de les exproprier ensuite, procédé plus expéditif et moins coûteux. On occupe ainsi la superficie nécessaire à l'établissement de deux voies, ainsi qu'aux emprunts, aux dépôts et aux constructions de la ligne, plus une berme de 2 sagènes (4.26 mètres).

En forêt, la largeur de l'emprise n'est jamais moindre de 30 sagènes (64 mètres); aux abords des grands ponts, des maisons de garde et des stations, elle est de 50 sagènes (106 mètres).

Dans les parties susceptibles de recevoir des amoncellements de neige, la largeur de l'emprise est augmentée jusqu'à la limite dictée par l'expérience, comme cela s'est fait, par exemple, au chemin de Vladicaucase sur l'embranchement de Novorossiisk, sur celui de Syzrane-Viazma, etc.

Aux gares et points d'arrêt, ainsi qu'aux garages en pleine voie, on n'exproprie que la superficie de terrain nécessaire.

La largeur de la bande de terrain expropriée pour une seule voie est en moyenne de 24 sagènes (51 mètres), et n'est jamais inférieure à 12 sagènes (25.59 mètres). Pour une double voie, elle est de 30 sagènes (64 mètres).

Les emplacements réservés aux stations mesurent généralement 20 déciatines ou hectares pour les stations de 1re classe, 18 déciatines pour celles de 2e classe, 15 déciatines pour celles de 3e classe, et 12 déciatines pour celles de 4e classe.

L'expropriation des terrains pour une ligne de chemin de fer a lieu en vertu d'un oukase de l'Empereur, spécialement rendu pour chaque chemin à construire. Les administrations des travaux se mettent en rapports avec les propriétaires pour dresser les comptes d'expropriation. Si les parties intéressées n'arrivent pas à un accord, on nomme une commission d'estimation composée des représentants de l'administration du chemin de fer, du zemstvo (délégation provinciale), du gouvernement de la province et des propriétaires. Les décisions de la commission sont obligatoires pour les parties intéressées si elles ne protestent pas; dans le cas contraire, elles sont portées par le ministre des voies de communication devant le conseil de l'Empire, qui statue en dernier lieu.

On peut juger du prix de revient de l'acquisition des terrains pour les chemins de fer russes par le tableau ci-après, dressé pour quarante chemins de fer d'après les données tirées du premier tableau du *Recueil statistique du ministère des voies de communication pour 1890* :

N°s des groupes.	Nombre des chemins dans le groupe.	DÉSIGNATION DES LIGNES	Longueur exploitée (1).	Payé à l'expiration de l'année 1890.	Reste à payer	Total.	Moyenne par verste
			Verstes.	Roubles.	Roubles.	Roubles.	Roubles.
I	8	Oural, Livny, Novgorod, Novotorjok, Oboïane, Chouïa-Ivanovo, Borovitchi et Samara-Zlatooust.	2,455 (2,250)	416,132	36,884	453,016	213.33 (de 39 à 417)
II	8	Orenbourg, Moscou-Brest, Polèssié, Orel-Vitebsk, Vladicaucase, Donetz, Mourom et Orel-Griazi	5,409	3,154,416	172,662	3,327,078	615.10 (de 456 à 835)
III	8	Moscou-Yaroslav-Vologda, Riga-Toukoum, Lozovo-Sébastopol, Transcaucase, Dvinsk-Vitebsk, Riga-Dvinsk, Kozlov-Voronège-Rostov et Lodz. .	3,514 (3,520)	3,696,237	6,500	3,702,737	1,051.91 (de 903 à 1,201)
IV	8	Griazi-Tsaritzine, Tambov-Saratov, Pskov-Riga, Rybinsk-Bologoé, Varsovie-Vienne, Kharkov-Nicolaïev, Fastov et Mitau.	3,740	4,923,178	298,180	5,221,358	1,396.08 (de 1,132 à 1,747)
V	8	Vistule, Koursk-Kharkov-Azov, Varsovie-Térespol, Ivangorod-Dombrova, Moscou-Koursk, Nijni-Novgorod, Saint-Pétersbourg-Varsovie et Tsarskoé-Sélo	4,261	13,356,306	47,166	13,403,472	3,145.62 (de 1,824 à 5,983)
	40	Total. . .	19,379 (19,180)	25,546,269	561,392	26,107,661	1,361.19

(1) Le chiffre indiqué entre parenthèses est la longueur moyenne exploitée.

3. — Terrassements du chemin de fer.

Profil en travers du chemin de fer. — La largeur de la plate-forme ordinairement adoptée pour les chemins de fer russes est de 2.60 sagènes (5.55 mètres) pour une seule voie, et de 4.60 sagènes (9.81 mètres) pour deux voies, mais il y a des exceptions. Ainsi, par exemple, sur l'embranchement de Louniév du chemin de fer de l'Oural, qui n'a qu'une voie, la largeur de la plate-forme est de 2.20 sagènes (4.69 mètres). Actuellement, on adopte pour les lignes en construction la largeur de 2.35 à 2.40 sagènes (5 à 5.12 mètres).

Les talus ont presque partout 1 $^1/_2$ de base pour 1 de hauteur. Mais, lorsqu'on a construit le chemin Nicolas, on a donné à peu près à tous les talus une pente de 2 : 1. Dans les tranchées en rocher, les talus sont de $^1/_{10}$ environ.

En tranchée, la plate-forme est partout flanquée de rigoles d'écoulement, et du côté où arrivent les eaux de surface on borde la crête du talus d'un fossé avec revers et cuvettes rampantes latérales, conduisant les eaux vers les rigoles de la tranchée. S'il est nécessaire, on protège les rigoles au moyen de perrés; elles ont ordinairement 0.20 sagène (0.43 mètre) de largeur au fond; autrefois, leur talus du côté de la plate-forme avait une inclinaison de 1 : 1 $^1/_2$, tandis que maintenant on lui donne 1 : 1.

Dans les endroits où l'on ne peut pas occuper une largeur de terrain suffisante, on protège les talus de la plate-forme et des rigoles par des revêtements en pierre et on leur donne l'inclinaison que permet la largeur de l'emprise.

Exécution des travaux de terrassement. — Le prix de la main-d'œuvre étant fort modique en Russie, les terrassements s'exécutent presque exclusivement à bras d'homme. Les terres légères sont remuées au moyen de pelles en bois à sabot en fer, dites *pelles polonaises*. Elles sont en bouleau et le sabot en est formé d'une feuille de tôle de 3 millimètres d'épaisseur. Ces pelles sont légères et peu coûteuses (40 copecks, soit 1 franc, pièce); le sabot pointu est bien approprié pour pénétrer dans le sol. La tentative de les remplacer par des pelles anglaises en acier n'a guère réussi; les pelles anglaises sont chères, lourdes et se cassent facilement à l'endroit où elles s'adaptent au manche en bois.

Le transport des terres à des distances inférieures à un demi-kilomètre se fait à la brouette. Les ouvriers des gouvernements de Smolensk et de Vitebsk, ainsi que de quelques autres, se distinguent comme terrassiers; ils chargent et transportent en une fois sur leurs brouettes, sans trop de peine, jusqu'à 5 pouds (80.9 kilogrammes). Pour pouvoir pousser la brouette avec plus de facilité, les hommes passent sur l'épaule une courroie fixée par ses deux bouts aux brancards. En rampe, un homme ou un cheval vient s'atteler à l'avant pour aider le terrassier à atteindre le sommet du talus, d'où il redescend aussitôt pour aller remorquer une autre brouette.

Dans les terrains compacts, argileux et mélangés de pierres, dans lesquels la pelle ne peut pénétrer, on a recours à la pince et au pic; le travail s'exécute alors bien plus lentement. Enfin, là où la pince n'a plus d'action, on se sert de substances explosives, telles que la poudre et la dynamite, et on emploie les hommes à casser et à enlever les débris. En général, on peut admettre qu'en Russie un homme charge et transporte à la brouette, suivant qu'il est plus ou moins exercé, de $^1/_2$ à 1 sagène cubique (5 à 10 mètres cubes) par jour de terrain compact, pas trop dur. Cette quantité se réduit, par exemple, sur la ligne de l'Oussouri, pour les Chinois et les Coréens, à 0.11 sagène cubique (1.10 mètre cube) par jour. Un bon terrassier coûte, y compris la nourriture et le logement, 1.30 à 1.40 rouble (3 fr. 75 c.) par jour.

Il arrive quelquefois dans les travaux de terrassement que des terrains d'argile compacte très difficiles à attaquer à la pince se transforment, une fois retroussés, en boue liquide sous l'influence de l'air atmosphérique. Cette liquéfaction se produit parfois si rapidement que, chargée à l'état solide, la terre déborde de la brouette avant que le terrassier ait eu le temps d'arriver à l'endroit où il doit la déverser. Les travaux, en

pareille circonstance, reviennent toujours à un prix très élevé, parce qu'ils sont très pénibles et qu'on est obligé d'augmenter beaucoup le cube des terres à remuer, afin de donner aux talus une inclinaison convenable. Ces travaux coûtent d'autant plus cher que cette argile, ne valant rien pour les remblais, doit être déchargée dans des dépôts. Nous avons un exemple frappant de travaux de ce genre sur la ligne de Kichinev, des chemins de fer du Sud-Ouest, près de la station de Carnéchty.

Pour transporter les terres à plus de 500 mètres de distance, on emploie des chevaux et des bœufs attelés à des tombereaux qui cubent ordinairement de 300 à 500 décimètres cubes et que les ouvriers font facilement basculer. Quand il s'agit de transports à plus d'un kilomètre, on a recours à des locomotives. et à des wagons d'une contenance de 5 mètres cubes environ, dont les parois latérales sont à clapet, pour faciliter la décharge.

Prix de revient. — La sagène cubique (9.712 mètres cubes) des terrassements de la voie des chemins de fer revient en moyenne à 2.20 roubles (55 centimes le mètre cube); mais pour les travaux difficiles, ce prix atteint et dépasse même 8 roubles (2 francs le mètre cube). Il faut noter que, par travaux difficiles, nous n'entendons pas les déblais en rocher, dont le prix, suivant la dureté du roc, est quelquefois beaucoup plus élevé que ceux que nous venons d'indiquer.

Pour plus de clarté, nous avons dressé le tableau ci-dessous des prix d'unité des travaux de terrassement prévus par les devis des chemins de fer construits en dernier lieu par l'État :

Numéros d'ordre.	DÉSIGNATION DES TRAVAUX.	Chemin de fer de la Sibérie occidentale.	Chemin de fer de l'Oussouri	Chemin de fer de Djankoi-Théodosie.	Chemin de fer de la Narev.	Embranchement de Zémétchinsk
		PRIX DE LA SAGÈNE CUBIQUE.				
		Roubles.	Roubles.	Roubles.	Roubles.	Roubles.
I	Travaux de terrassement de la voie :					
	a) Rocher	...	11.38	8.00	...	...
	b) Terrain ordinaire . . .	2.40	4.15	2.28	2.50	2 00
II	Travaux de terrassement à l'emplacement des stations	2.10	3.50	...	2.00	2 00

Dans le but de diminuer le prix des travaux de terrassement, on fait en ce moment, sur le chemin de fer Ouest-Sibérien, des essais avec les machines américaines « New-Era », destinées, d'après la maison qui les fabrique, à produire des résultats merveilleux. Cet appareil a été décrit dans beaucoup de journaux techniques. Jusqu'à présent, les essais ont donné les résultats suivants : prix de la sagène cubique de

remblai, tous frais compris, 86 copecks (25 centimes le mètre cube), sans remblayage sous profil, et 1.20 rouble (31 centimes le mètre cube) dans le cas contraire.

Assainissement et consolidation de la route. — Les procédés employés pour consolider et assainir la route sont très différents et la plupart d'entre eux ont été empruntés à l'étranger. Cependant, en Russie, les fortes gelées, qui ont une action funeste sur les tuyaux de drainage en poterie, ainsi que la profusion et le bon marché des galets font qu'on préfère ordinairement remplacer les tuyaux par des caniveaux remplis de pierrailles, qu'on recouvre ensuite de gazon et de terre, afin de les protéger contre le froid.

On rencontre encore en Russie ce qu'on appelle des boursouflures, phénomène peu connu au delà des frontières. Elles proviennent d'un assainissement insuffisant de la plate-forme, la congélation du sol en hiver provoquant alors des soulèvements qui déforment parfois tout à fait la voie. En certains endroits, les rails se trouvent ainsi soulevés à plus de 30 centimètres de hauteur, et même à 70 centimètres sur le chemin de l'Oural. Ajoutons toutefois que les boursouflures sont relativement rares et que leur hauteur n'est généralement que de quelques centimètres. Néanmoins, comme elles se produisent en hiver et au printemps, sur des longueurs considérables, elles sont une source constante de dangers pour les trains et une des principales causes qui empêchent de donner à ceux-ci, chez nous, la même vitesse qu'à l'étranger. Sur nombre de lignes, la voie se boursoufle en hiver sur le cinquième de sa longueur totale. Leur croissance irrégulière depuis le mois de décembre jusqu'au mois de mars et ensuite leur affaissement successif se prolongeant jusque vers le milieu de mai, et même jusqu'à la mi-juin dans les régions du nord, rend la surveillance de ces boursouflures très difficile. Elles subissent des variations de hauteur si capricieuses que les ouvriers sont, pendant tout l'hiver et une grande partie du printemps, occupés à rectifier la voie au moyen de cales en bois posées entre les traverses et les rails. Il convient de noter encore que tous les chemins de fer n'ont pas à souffrir de ces boursouflures et qu'elles se produisent principalement sur les voies ferrées de la partie septentrionale de la Russie.

Pour combattre les boursouflures, on a eu recours à des travaux considérables de drainage qui, dans certains cas, ont coûté très cher, mais n'ont pas toujours donné les résultats attendus. Aujourd'hui, il paraît établi que le meilleur moyen de les prévenir consiste à substituer au sol argileux une couche de sable d'une épaisseur de 1.50 mètre. Ce travail revient ordinairement à 30 roubles par sagène courante (35 francs le mètre courant) pour les lignes à une voie et à 50 roubles par sagène courante (58 fr. 50 c. le mètre courant) pour les chemins à double voie.

Frais d'entretien et de réfection de la plate-forme, des talus et des fossés. — On peut se faire une idée générale de ces dépenses d'après le tableau ci-après, qui se rapporte à l'année 1890 et a été dressé d'après les comptes rendus originaux :

Nos des groupes.	Nombre des chemins compris dans chaque groupe.	DÉSIGNATION DES LIGNES.	Longueur exploitée (1).	Dépense totale.	Dépense moyenne par verste.
			Verstes.	Roubles.	Roubles.
I		Mourom. Lodz. Koursk-Kharkov-Azov, Novotorjok, Fastov, Koursk-Kiev, Libau-Romny, Poléssié et Varsovie-Térespol	4.901 (4.956)	41,105	8.29 (de 2.07 à 10.94)
II	9	Catherine, Yaroslav-Vologda, Donétz, Novgorod, Samara-Zlatooust, Mitau, Baltique, Riga-Dvinsk et Vistule	3.693 (3.553)	62,533	17 64 (de 12.83 à 22.31)
III	9	Riazan-Kozlov, Lozovo-Sébastopol, Kozlov-Voronège-Rostov, Kharkov-Nicolaïev, Moscou-Yaroslav, Chouïa-Ivanovo, Oural, Rybinsk-Bologoé	4.925	127,465	25.88 (de 22.65 à 32.70)
IV	4	Griazi-Tsaritzine, Moscou-Riazan, Ivangorod-Dombrova, Orel-Griazi, Vladicaucase, Moscou-Brest, Dvinsk-Vitebsk, Riga-Toukoum et Varsovie-Vienne	4.380 (4,386)	204,991	46.74 (de 34.51 à 67.53)
V	8	Orel-Vitebsk, Sud-Ouest, Moscou-Nijni-Novgorod, Transcaucasien, Saint-Pétersbourg-Varsovie, Moscou-Koursk, Nicolas, Orenbourg	7.344 (7,079)	816.173	115.57 (de 77.41 à 189.93)
	44	Total.	25,243 (24,899)	1,252,267	50.29

(1) Les chiffres entre parenthèses indiquent la longueur moyenne exploitée.

Exemples remarquables de travaux de consolidation de la plate-forme et des talus en terrain meuble. — Ces exemples sont très nombreux, et on peut se borner ici à mentionner ceux qui ont donné des résultats satisfaisants.

1° Aux verstes 29, 30 et 31 du chemin de fer Nicolas, on établit vers 1850 un remblai dit de Stépanovka, dont la hauteur maximum ne dépassait pas 4.70 sagènes (10 mètres). Mais, soit que les terrassements en eussent été faits à la fin de l'automne, soit qu'on eût employé de mauvaises terres, ce remblai, à peine achevé, commença à s'affaisser. On le consolida au moyen de contreforts en maçonnerie solidement enfoncés dans le sol et adossés contre lui. Le tassement du remblai fut racheté par une couche de sable. Cette mesure a complètement répondu à ce qu'on en attendait et elle a servi d'exemple pour la consolidation des remblais sur d'autres chemins.

2° Vers 1880, lors des travaux de rectification de la ligne du même chemin de fer Nicolas, à Verébié, le grand pont en charpente sur la Verébia, long d'une demi-verste environ, a été remplacé par un ponceau de 3 sagènes (6.40 mètres) d'ouverture; cet ouvrage, établi à la verste 189, supporte un remblai s'élevant à 15 sagènes

(32 mètres) au-dessus de la clef et ayant 12.50 sagènes (26.60 mètres) de hauteur aux approches. Dès le début de l'exécution de ce remblai, on se heurta à des difficultés; à mesure qu'on remblayait par le haut, les talus coulaient. Ce n'est qu'en adoptant le profil ci-dessous et en achevant de remblayer avec du sable qu'on réussit à arrêter tout mouvement.

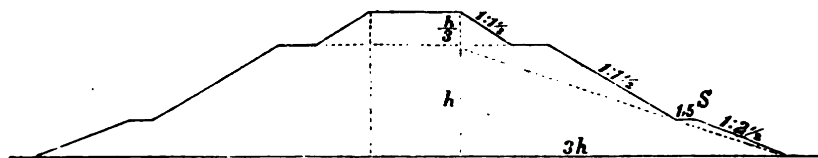


Fig. 1.

3° A la verste 186 du chemin de fer d'Odessa se trouve le remblai de Tiligoul, qui atteint une hauteur de 12 sagènes (25.55 mètres). Au commencement, on attribua les éboulements de ce remblai à la raideur de ses talus et au peu de consistance du sol sur lequel il reposait; c'est pourquoi on y rapporta de la terre pour en diminuer les pentes. Mais, malgré cela, les talus continuaient à couler et les éboulements à se produire; on cessa donc de remblayer avec de l'argile, à laquelle on attribuait le défaut d'absorber trop d'humidité et de se transformer ensuite en poussière en séchant, et l'on employa du sable, ce qui coûta plus de 90,000 roubles. Mais ce dernier moyen ne réussissant pas plus que les autres, on pratiqua des puits dans le remblai et on découvrit que l'intérieur était formé d'une masse humide recouverte par une couche de terre sèche dont on ne faisait qu'augmenter l'épaisseur en diminuant l'inclinaison des talus, aidant par là à la conservation indéfinie de l'humidité. En s'aidant des puits de visite, on assainit le remblai au moyen de forts drains de fascines pour la pose desquels on pratiqua des galeries revêtues de bois. Les éboulements et les tassements des talus continuèrent à se produire de 1866 à 1872, les travaux de consolidation n'ayant été terminés complètement qu'en 1873; même après cela, l'humidité ne disparut pas entièrement, et pour achever l'assèchement du remblai on dut y établir deux galeries.

En même temps, on s'aperçut que le prisme de sable déposé peu à peu à la partie supérieure de la plate-forme formait coin par rapport à l'argile sous-jacente, et laissait s'infiltrer l'eau de la surface à l'intérieur du remblai. Pour obvier à cet inconvénient, il fallut recouvrir ce sable d'une couche de terre imperméable et l'isoler ainsi du ballast.

4. — Passages supérieurs, inférieurs et à niveau; clôtures; indicateurs divers.

Aux points de croisement des routes avec les voies ferrées, on établit des passages pour voitures ou pour piétons en dessus, en dessous ou à niveau de la voie. Quelle que soit la nature du passage, il doit avoir 7.50 mètres de largeur pour une chaussée et 4.25 mètres pour les rues de ville, les routes de poste et les chemins vicinaux ou ruraux.

Les passages en dessus pour voitures ou piétons se rapportent au chapitre suivant

relatif aux ouvrages d'art. Ce sont toujours des ponts, pour la plupart métalliques. Mais sur nos lignes construites dans les premiers temps, on rencontre encore beaucoup de ponts et de passerelles en charpente jetés au-dessus des voies; on les admet encore partout pour les nouvelles lignes. Qu'il s'agisse d'un pont en arc ou d'un pont à poutres droites, la hauteur libre au-dessus des rails doit toujours être au moins de 2 sagènes (5.55 mètres).

Les passages à niveau pour voitures ou piétons se composent d'un platelage en bois fixé aux traverses et d'un contre-rail afin de ménager une rainure pour le passage des mentonnets des roues. Par mesure d'économie et pour diminuer les inconvénients causés en hiver par les boursouflures de la voie, on remplace souvent ce platelage par un pavage en galets. Les barrières sont formées de lisses basculant autour d'un axe horizontal ou glissant dans des étriers, de chaînes qu'on tend en travers des chemins peu fréquentés, ou de vantaux pour les rues à circulation active. Elles sont toujours disposées à 6 ou 8 mètres au moins de distance du rail. Ces barrières sont manœuvrées par des gardes au service du chemin de fer, par des femmes d'ouvriers de la voie chargées de ce soin, ou, dans des cas exceptionnels, par des habitants de la localité. L'espace compris entre la plate-forme et la barrière est protégé par des palissades ou des haies vives. On tolère aussi des passages non gardés sur les lignes à faible trafic; en ce cas, les barrières n'étant pas nécessaires, on les remplace par des poteaux indicateurs, les uns portant l'inscription : « Gare au train » et les autres disposés sur la ligne de part et d'autre des barrières à des distances déterminées et portant l'indication : « Sifflez ».

Une route ne doit pas couper à niveau une voie ferrée sous un angle inférieur à 45°; si le cas se présentait, on rectifierait la route pour qu'il n'en soit pas ainsi.

Les passages pour piétons s'établissent ordinairement dans les endroits où la ligne est protégée par des clôtures; ce qui arrive surtout aux stations auxquelles aboutissent des rues de ville. Quelquefois, sur les routes très fréquentées ou dans les rues coupées par les chemins de fer, dont on tient les barrières normalement fermées, on établit, à côté du passage à niveau pour voitures, un passage pour piétons clos par un portillon.

L'entretien en bon état, dans les limites de l'emprise, des routes qui coupent les chemins de fer est ordinairement à la charge de ceux-ci. Ils ont aussi en grande partie l'obligation d'entretenir les routes pavées et les chemins d'accès aux stations, construits par eux.

En Russie, il n'y a que dans le grand-duché de Finlande que le terrain appartenant aux chemins de fer soit clos des deux côtés et sur toute l'étendue de la voie. Partout ailleurs, on se contente d'établir des palissades aux abords des villes et des endroits peuplés que traversent les lignes, et de poser des bornes de délimitation sur le reste du parcours.

Sur toutes ces lignes, les distances en verstes, les sections, les cantons de surveillance, etc., sont marqués au moyen d'indicateurs, dont les chiffres principaux doivent être bien apparents pour les agents des trains, et qui portent en outre des numéros d'ordre. Ces indicateurs sont quelquefois fixés aux poteaux télégraphiques, mais le plus

souvent à des poteaux spéciaux d'un modèle uniforme. Sur certaines lignes, comme par exemple sur l'embranchement de Novorossiisk du chemin de Vladicaucase, on emploie comme bornes verstiques de grosses pierres d'une forme particulière. D'autres chemins, comme celui de Saint-Pétersbourg à Varsovie, attachent les indicateurs verstiques à des rails fixés verticalement en terre. Sur le chemin de fer Nicolas, les verstes sont marquées par des colonnes en fer de forme spéciale surmontées d'un chapeau qui porte des chiffres en relief.

Tout changement de pente au-dessus de 0.004, sauf le cas de déclivité très courte aboutissant à des paliers dont la différence de niveau ne dépasse pas 4.25 mètres, est marqué par un poteau indicateur ayant 2.13 mètres de hauteur au moins, portant des plaques en ailes perpendiculaires à l'axe de la voie et indiquant la valeur et la longueur des déclivités. L'utilité de pareils poteaux indicateurs a souvent été discutée : les mécaniciens des trains ne s'en servent guère, puisqu'ils sont obligés de reconnaître le chemin pendant la nuit sans leur aide.

Les dépenses relatives à l'entretien des passages à niveau pour voitures et piétons, des clôtures et des poteaux indicateurs divers pendant l'année 1890, sont résumées dans le tableau suivant, dressé d'après les comptes rendus authentiques des chemins de fer :

Numéros des groupes.	Nombre de chemins par groupe.	DÉSIGNATION DES LIGNES.	Longueur exploitée (1).	Montant de la dépense.	Dépense moyenne par verste.
			Roubles.	Roubles.	Roubles.
I	9	Samara-Zlatooust, Yaroslav-Vologda, Oural, Polessié, Donétz, Transcaucase, Chouïa-Ivanovo, Novotorjok, Mourom	5,542 (5,337)	17,775	3.33 (de 0.41 à 4.90)
II	9	Kozlov-Voronège-Rostov, Vladicaucase, Orel-Griazi, Rybinsk-Bologoé, Novgorod, Fastov, Koursk-Kharkov-Azov, Libau-Romny, Orenbourg	5,223 (5,278)	41,975	7.95 (de 5.27 à 10.11)
III	9	Moscou-Yaroslav, Nicolas, Sud-Ouest, Kharkov-Nicolaïev, Baltique, Kozlov, Saratov, Griazi-Tsaritzine, Varsovie-Térespol, Lozovo-Sébastopol	7,338 (7,073)	73,839	10.44 (de 10.35 à 13.40)
IV	9	Ivangorod-Dombrova, Riga-Dvinsk, Orel-Vitebsk, Catherine, Moscou-Brest, Riazan-Koslov, Koursk-Kiev, Saint-Pétersbourg-Varsovie, Lodz	4,564 (4,629)	73,029	15.77 (de 13.49 à 19.97)
V	8	Moscou-Riazan, Dvinsk-Vitebsk, Moscou-Koursk, de la Vistule, Moscou-Nijni-Novgorod, Riga-Toukoum, Varsovie-Vienne, Mitau	2,576 (2,582)	67,806	26.26 (de 22.01 à 31.00)
	44	TOTAL.	25,243 (24,899)	274,404	11.02

(1) Les chiffres entre parenthèses indiquent la longueur moyenne exploitée.

5. — Mesures contre les amoncellements de neige et de sable.

Dispositions adoptées lors de la construction. — Si bizarre que puisse paraître le fait qu'on ait construit les chemins de fer russes sans prendre aucune disposition pour les protéger contre les neiges, il n'en est pourtant pas moins certain. Ce qui l'explique principalement, c'est que les premières lignes ont été pour la plupart établies en forêt, où les amoncellements ne se produisent guère, ou du moins sont insignifiants et faciles à déblayer. La première ligne construite en Russie, celle de Tsarskoé-Sélo, n'a point de tranchées. Sur le chemin de fer Nicolas, des amoncellements de neige se formèrent, dès les premières années de l'exploitation, et ils causèrent même de nombreuses victimes, notamment lors d'une collision de trains survenue à la station de Kline. Depuis cette époque, une seule rangée de sapins ou même de branches de cette essence, plantées de chaque côté des tranchées et des petits remblais a suffi à protéger la ligne. Les ingénieurs russes n'eurent l'occasion d'apprendre à connaître les amoncellements de neige importants ou extraordinaires que plus tard, à mesure que les lignes s'étendirent vers le Midi. Mais la rapidité avec laquelle le réseau se construisit ne permit à ces amoncellements de se manifester que lorsqu'il était déjà en grande partie achevé. Ce qu'il y a de singulier, c'est que l'on continua encore pendant bien des années à faire des constructions, en donnant aux terrassements le même profil et aux emprises la même largeur, malgré les calamités causées par les amoncellements de neige, faute de s'être donné la peine d'en étudier convenablement les causes. On peut cependant affirmer que, par rapport au profil et à l'emprise des chemins à construire, la question de la protection des lignes contre les amoncellements de neige est actuellement résolue d'une manière tout à fait satisfaisante. Lors de la construction du chemin minier de l'Oural, on fit en sorte d'éviter autant que possible les tranchées peu profondes et d'établir la voie au ras du sol. Parmi les chemins construits en dernier lieu, nous pouvons citer l'embranchement de Novorossiisk du chemin de Vladicaucase, sur lequel, pour lutter avec succès contre les neiges, on a reculé considérablement les limites de l'emprise aux abords des tranchées de faible profondeur, afin de pouvoir établir des cavaliers à une distance de 16 à 20 mètres de leurs arêtes et de donner une pente plus douce aux talus. Les mêmes précautions ont été prises sur les chemins de fer de l'Est, de Samara-Zlatooust, de Zlatooust-Tchéliabinsk et l'Ouest-Sibérien. Sur l'un des chemins de fer en exploitation, celui de Fastov, l'on a même dû procéder à la reconstruction de certaines parties de la ligne afin de relever le niveau de la voie et de diminuer le nombre d'endroits exposés à être remblayés par les neiges.

Quant aux amoncellements de sable, ils ne sont pas fort à redouter dans la Russie d'Europe. On en rencontre entre autres sur le chemin de Saint-Pétersbourg à Varsovie près de Dvinsk, et sur celui de Voronège-Rostov près du Donétz, ainsi qu'en d'autres endroits situés à proximité de rivières dont les rives sont plates et sablonneuses. Mais le sable étant vingt fois plus lourd que la neige, le vent le transporte beaucoup plus difficilement. Les ensablements ne se produisent que lentement, leur étendue n'est presque jamais considérable et ils sont faciles à déblayer.

Il en est tout autrement des amoncellements de sable qu'on observe sur le chemin de fer Transcaspien. Là, des dunes qui s'étendent à plusieurs dizaines de kilomètres sont déplacées sous l'influence de vents violents, et forment dans l'espace de vingt-quatre heures des amoncellements de 20 à 30 mètres de hauteur, sur une étendue considérable de la voie. Il semble que le seul moyen rationnel de lutter contre ces ensablements consiste à planter de chaque côté, tout le long de la ligne, trois ou quatre rangées de buissons de saxaouls ou de tamaris espacés de 30 à 40 mètres de la voie.

Mesures employées sur les lignes en exploitation. — Sur les chemins de fer qui traversent la steppe et suivent les lignes de faite, les amoncellements de neige gênent beaucoup la circulation en hiver. Les rangées de sapins, employées comme défense dans la partie septentrionale du pays, ne sont pas usitées dans la steppe, parce qu'on n'y trouve même pas cet arbre. Le meilleur moyen de combattre les amoncellements, est alors l'emploi d'écrans en lattis dont on dispose une ou plusieurs rangées le long de la ligne de chaque côté dans les endroits exposés à être remblayés. On les déplace plusieurs fois dans le courant de l'hiver, en ayant soin de les disposer chaque fois à des distances de plus en plus grandes de la voie. Si on est obligé de dépasser les limites de l'emprise, on entre en arrangement avec les propriétaires pour l'occupation temporaire de leurs terrains.

La plupart du temps, quand les ouvriers sont bien dressés et que les chefs exercent une surveillance active, les défenses de ce genre fonctionnent d'une manière très satisfaisante. Mais l'entretien des écrans coûte cher et il arrive que, par suite de la violence exceptionnelle des bourrasques, il est impossible de les déplacer dans l'intervalle très court qui sépare parfois deux tourmentes successives; alors les amoncellements deviennent inévitables avec toutes les conséquences qu'ils entraînent. Pour obvier à ces inconvénients, beaucoup de chemins ont remplacé les écrans par des haies vives. C'est le chemin de Moscou à Nijni-Novgorod qui le premier en a donné l'exemple, en procédant à des plantations d'arbres de l'essence des conifères sur une ou plusieurs rangées, suivant l'importance des amoncellements observés dans tel ou tel endroit. Dans le Midi et dans les steppes, on a presque exclusivement recours à des plantations d'arbres feuillés. Actuellement, ces plantations se pratiquent sur sept rangées au plus de chaque côté de la voie, d'après le système de N.-K. Sérédinsky. Cet inventeur déclare toutefois que ce nombre de rangées lui a été imposé par les limites des emprises, mais, pour que l'effet des plantations d'arbres feuillés dans le Midi fût complet, il faudrait en planter dix-sept ou vingt.

Les plantations les plus florissantes de ce genre sont aujourd'hui celles des chemins de fer d'Orel-Griazi, de Kozlov-Voronège-Rostov, de Fastov et de Koursk-Kharkov-Azov, dues à l'initiative de M. S. Poliakoff, qui a été le principal actionnaire de ces Compagnies.

D'une part, dans certains cas, les écrans en lattis et les haies vives sont insuffisants. D'autre part, ce mode de défense entraîne inévitablement une accumulation, sur les talus et derrière les tranchées, de la neige, qui les détériore en fondant au printemps et

devient ainsi une cause artificielle d'augmentation de la dépense d'entretien. Cette double raison a conduit M. l'ingénieur V. Roudnitski à proposer un autre système, dont le but est de rejeter les neiges au loin. A cet effet, il construit des remblais en terre ou des abris en planches dont l'inclinaison des faces est déterminée, soit par le calcul, soit empiriquement, de façon que pendant les tourmentes la neige soit emportée par-dessus les tranchées.

Ce système de protection, essayé sur le chemin de Koursk-Kharkov-Azov pendant l'hiver 1890-1891, et sur celui de Kozlov-Voronège-Rostov pendant l'hiver 1891-1892, n'a malheureusement pas donné de résultats décisifs, les essais n'ayant pas été poussés jusqu'au bout, parce que les personnes chargées d'y procéder n'étaient pas convaincues de sa valeur pratique. Les comptes rendus des expériences prouvent néanmoins qu'il est rationnel, et qu'il ne restait qu'à continuer les expériences commencées, en en assurant la continuité par des instructions convenables.

Les systèmes de déblayement mécanique des neiges ont aussi été étudiés sur les chemins de fer russes.

Au commencement de la mise en exploitation du chemin de fer Nicolas, on fixait à l'avant d'une locomotive une plaque de tôle à surface concave, d'environ 5 mètres de longueur, faisant un angle de 45° avec l'axe de la voie et pouvant, selon les circonstances, être tournée à droite ou à gauche. Cet appareil était ordinairement porté par une locomotive à marchandises. La face concave de la plaque pressant contre la neige la rejetait de la voie. La manœuvre de ce genre de chasse-neige exige quatre ouvriers et un serrurier. Il peut déblayer jusqu'à 30 kilomètres à l'heure, la hauteur maximum de la neige étant de 85 centimètres. Pour déblayer la partie de voie comprise entre deux gares, les ouvriers et le serrurier reçoivent chacun 5 roubles. Le prix de la traction est estimé sur le chemin de fer Nicolas à 35 copecks par verste. L'Administration de la ligne a eu recours à ces sortes de chasse-neige, même encore récemment, et les trouve assez commodes.

Sur le chemin de Saint-Pétersbourg à Varsovie, il y a plusieurs grands chasse-neige en fer, formant un matériel roulant spécial, mais ils n'ont jamais été employés à cause de la force considérable nécessaire pour les mettre en mouvement et de la facilité avec laquelle ils déraillent.

On a aussi essayé autrefois de se servir de charrues en bois tirées par des chevaux, mais elles ne peuvent repousser que la neige fraîchement tombée et non tassée, n'ayant pas plus de 20 à 25 centimètres de hauteur.

Sur le chemin de fer de Koursk-Kharkov-Azov, il y a un chasse-neige du système de M. de Scrokhovsky, mais il n'est plus employé depuis quelques années.

Sur la ligne de Kharkov-Nicolaïev, on se sert de charrues chasse-neige de deux types différents, fixées à des châssis en charpente, à deux et trois essieux, à traction de cheval ou poussées par des locomotives. Les charrues à traction de cheval ne peuvent être employées que si l'épaisseur de la couche ne dépasse pas 20 à 30 centimètres. On a vu une pareille charrue attelée de six chevaux déblayer en une heure une couche de neige de 10 à 15 centimètres de hauteur au-dessus du rail sur une longueur de 3 kilo-

mètres. Les charrues à deux essieux peuvent fonctionner tant que la hauteur des neiges ne dépasse pas 70 centimètres, mais elles sont généralement considérées comme peu satifaisantes au point de vue de la stabilité et des déraillements. Les charrues à trois essieux rendent de grands services et sont très stables ; elles peuvent fendre une couche de neige compacte de 2 mètres de hauteur. Pendant la tourmente du 10 janvier 1891, une charrue de ce genre déblaya en deux fois un amoncellement de 1.60 mètre de hauteur sur 640 mètres de longueur dans l'espace de vingt-cinq minutes.

Les chemins de fer du Sud-Ouest possèdent plusieurs chasse-neige qui, poussés par des locomotives, sont capables de déblayer chacun, avec une vitesse de 15 à 25 kilomètres à l'heure, sur une seule voie une couche de neige de 1.50 mètre d'épaisseur, si elle n'est pas tassée, et de 50 centimètres seulement si elle est compacte.

Sur le chemin de fer minier de l'Oural, on n'a presque jamais recours aux chasse-neige pour déblayer la voie. Il ne s'y forme presque jamais d'amoncellements proprement dits ; la neige y tombe toujours régulièrement, bien que parfois pendant plusieurs jours de suite. On se sert pour déblayer la voie de triangles-charrues en bois à traction de cheval, déblayant une couche de neige de 50 centimètres avec une vitesse de 3 kilomètres à l'heure. Le prix de revient de ce travail dépend de la hauteur de la couche et varie de 35 copecks à 1.20 rouble par verste.

Ce chemin de fer possède également un chasse-neige du système de M. l'ingénieur Hendel. Il n'est porté que par un essieu, a des rouleaux à l'avant et sert à pénétrer des couches de 70 centimètres à 2.13 mètres d'épaisseur. Il fait corps avec la locomotive qui le pousse, et, plus la couche de neige est épaisse, plus il adhère aux rails. Il en résulte que le déraillement en est presque impossible, mais ses rouleaux d'avant s'usent vite.

Le chemin de fer de Donétz a quatre chasse-neige à charpente en bois reposant sur deux essieux, avec lesquels on est parvenu parfois à pénétrer des amas de 85 centimètres de hauteur sur 1 kilomètre de longueur, mais en portant la vitesse à 35 kilomètres à l'heure. Quand la neige est tant soit peu compacte, ces appareils déraillent, c'est pourquoi on ne les emploie que pour déblayer les voies principales, et seulement pour nettoyer celles des gares.

Le chemin de Rybinsk-Bologoé emploie des charrues à traction de cheval de deux types, capables d'enlever respectivement des couches de 25 et de 35 centimètres de neige non tassée ; elles sont attelées de deux et de quatre chevaux et manœuvrées par quatre hommes, sans compter les cochers. Dans une journée de travail, on parvient à déblayer, si la neige n'est pas compacte, de 7 à 12 kilomètres de voie, suivant qu'on emploie les charrues de petites ou de grandes dimensions.

Au chemin de fer de Griazi-Tsaritzine, on fait usage du chasse-neige à deux essieux de M. de Scrokhovsky. Il est propre à déblayer des amas dont la hauteur ne dépasse pas 75 centimètres, quelle qu'en soit d'ailleurs la longueur ; mais il fonctionne mal quand il s'agit d'amoncellements plus considérables, et il faut alors éviter son emploi.

Sur la ligne d'Orel-Vitebsk, on se sert du chasse-neige de M. Lobatchevsky modifié par M. A. Jakoubenko. Cet appareil ne se borne pas à repousser la neige, mais il la

rejette de côté à une certaine distance. Malheureusement, il n'est utilisable que pour les amoncellements qui ont en moyenne 70 centimètres de hauteur et 200 mètres de longueur et dont le mètre cube de neige ne pèse pas plus de 250 kilogrammes. De plus, il présente certains défauts de construction qui devraient être supprimés.

L'effet utile de toutes ces charrues ou chasse-neige, excepté de celui de M. Lobatchevsky, se réduit à maintenir et à alléger la circulation au commencement de la formation des amoncellements, puis à hâter le déblayement de la voie après les tourmentes. Pendant les bourrasques mêmes, on ne peut se servir de ces appareils avec succès que pour déblayer momentanément la voie dans les cas urgents.

Le principal défaut de tous les chasse-neige qui ne font que repousser la neige sans la rejeter à distance, consiste en ce qu'ils laissent derrière eux une tranchée qui contribue à la formation d'un nouvel encombrement encore plus considérable, si elle n'est pas bientôt élargie convenablement. C'est dire que de semblables appareils ne sont utiles qu'à moitié, et que même, si on les emploie pendant les tourmentes ou si on n'a pas à sa disposition un nombre suffisant d'ouvriers, ils peuvent être nuisibles. De plus, certains types de chasse-neige sont dangereux, car ils déraillent facilement, sans qu'on puisse s'en apercevoir immédiatement à cause des tourbillons de neige qu'ils soulèvent.

C'est pourquoi, sur les lignes sujettes à de grands amoncellements, on est obligé d'avoir recours à des appareils centrifuges qui désagrègent la neige et la lancent au loin latéralement à la voie. Ils sont, soit du système perfectionné de Lobatchevsky, soit du modèle américain.

C'est l'administration des chemins de fer de l'État qui s'est décidée la première à faire l'acquisition d'un chasse-neige de ce genre pour la ligne de Koursk-Kharkov-Azov. La ligne de Vladicaucase a commandé en Amérique un appareil système Leslie, au sujet duquel les railways américains donnent des attestations très favorables.

A partir de l'hiver prochain, on pourra procéder simultanément à des essais de ces différents chasse-neige, mais, en attendant qu'on ait obtenu des résultats pratiques, on continuera à déblayer principalement à bras d'homme en retroussant les neiges à la pelle et en les chargeant sur des traîneaux ou des wagons pour les transporter au loin.

Pour s'assurer du contingent d'ouvriers nécessaire, les chemins de fer passent d'avance, en automne, des marchés avec les paysans des villages voisins des lignes. Sur les sections les plus exposées, ils établissent, entre les gares, des baraques pour loger les ouvriers, afin qu'ils puissent commencer le déblayement et la transposition des écrans aussitôt que les tourmentes seront apaisées. Indépendamment de ces mesures, sur beaucoup de lignes, pendant les tourmentes de neige, les trains transportent des brigades d'ouvriers aux endroits où les amoncellements ont causé une interruption dans la circulation.

Les chemins de fer doivent faire parvenir au ministère des voies de communication, dans une forme déterminée, des renseignements complets concernant les mesure prises en vue des amoncellements de neige, ainsi que les arrêts occasionnés dans la marche des trains par ces derniers.

DÉPENSE D'ENLÈVEMENT DES NEIGES PAR VERSTE DE LIGNE.

Nos d'ordre.	DÉSIGNATION DES LIGNES.	DÉPENSE RÉELLE PAR VERSTE.					Dépense moyenne par verste.
		1886	1887	1888	1889	1890	
		R. C.	R. C.	R. C.	R. C.	R. C.	R. C.
1	Novotorjok	4.79	15.12	24.23	5.81	3.89	9.49
2	Yaroslav-Vologda	2.80	2.00	5.63	16.60	22.73	9.95
3	Moscou-Yaroslav	10.29	11.92	11.09	11.10	27.87	14.81
4	Chouïa-Ivanovo	9.12	26.02	12.01	13.86	16.85	15.57
5	Transcaucase	29.21	34.49	20.41	23.74	11.77	23.81
6	Novgorod	28.25	21.55	41.15	38.93	33.18	32.61
7	Riga-Toukoum	27.17	2.00	37.35	78.68	19.95	33.03
8	Mourom	32.78	54.07	64.32	21.62	24.20	39.40
9	Pskov-Riga	...	...	...	91.23	23.48	44.22
10	Poléssié	47.22	30.37	63.20	60.36	32.14	44.61
11	Ivangorod-Dombrova	59.03	17.82	73.63	48.83	32.05	46.44
12	De la Baltique	44.98	39.35	57.80	71.68	44.75	51.71
13	Saint-Pétersbourg-Varsovie	50.54	19.88	49.17	72.49	74.47	53.31
14	Lozovo-Sébastopol	15.58	19.78	104.10	58.00	78.00	55.09
15	Catherine	35.03	36.71	104.88	56.46	53.48	57.61
16	Vladicaucase	44.51	45.89	62.14	69.18	62.10	57.94
17	Rybinsk-Bologoé	61.56	62.83	57.80	60.82	48.53	58.31
18	Varsovie-Térespol	126.12	50.13	83.38	59.83	12.26	60.81
19	Nicolas	53.42	46.98	59.97	85.94	95.65	68.40
20	Dvinsk-Vitebsk	76.86	41.27	78.37	81.84	64.04	68.48
21	Mitau	74.32	42.99	42.26	121.07	64.93	69.12
22	Lodz	131.50	93.00	50.65	42.46	30.23	69.58
23	Moscou-Brest	81.81	47.62	75.74	81.07	65.63	70.35
24	Oural	59.93	81.54	85.11	61.11	79.74	73.49
25	Libau-Romny	66.05	48.77	118.06	95.53	51.51	75.98
26	Riga-Dvinsk	80.06	52.12	83.95	127.52	56.55	76.04
27	Livny	57.46	75.07	118.74	83.40	71.72	81.28

N°s d'ordre.	DÉSIGNATION DES LIGNES.	DÉPENSES RÉELLE PAR VERSTE.					Dépense moyenne par verste.
		1886	1887	1888	1889	1890	
		R. C.	R. C.	R. C.	R. C.	R. C.	R. C.
28	Donétz	34.36	38 12	118.06	161.47	67.84	84 10
29	Fastov	67.37	48.13	86.78	142.96	84.80	86.01
30	Kharkov-Nicolaïev	57.36	59.94	153.48	98 20	66.91	88.93
31	Vistule	105.66	29.48	159.36	96 08	56.08	89.41
32	Moscou-Nijni-Novgorod . . .	57.13	92.08	96.38	101.27	117.67	92.90
33	Koursk-Kiev	80.50	112.25	136.02	83.98	56.77	93.90
34	Orel-Vitebsk	77.97	95.68	175.01	110.21	107 43	113.26
35	Griazi-Tsaritzine	67.95	101.05	144.41	181.76	98 24	118.68
36	Sud-Ouest.	58.14	102.12	184.12	207.32	64.46	123.22
37	Kozlov-Saratov	90.46	124.12	183.22	84.63	146.86	125.86
38	Samara-Zlatooust.	...	. .	213 95	172.15	82.63	134.39
39	Syzrane-Viasma	137.85	134.55	177.73	134.22	109.37	138.91
40	Varsovie-Vienne	179.61	91.09	209.38	149.40	73 58	140.61
41	Moscou-Riazan	116.82	180.74	195.34	121.51	116.95	146.24
42	Orenbourg	186.69	200.28	194.17	205.76	217.86	200.95
43	Riazan-Koslov.	175.60	213.97	252.55	178 88	191.78	201.91
44	Moscou-Koursk	144.23	213.71	299.59	234.21	140.59	206.47
45	Koslov-Voronège-Rostov . .	132.89	159.68	299.79	250.55	190.70	206.72
46	Koursk-Kharkov-Azov . . .	101.90	90.69	486.98	248.57	146.09	214.84
47	Orel-Griazi.	189.87	226.41	326.11	322.23	251.09	263.71
	Dépense totale	1,803 783	1,856.744	3,400,411	3,132.552	2,046.278	2.461.462
	Longueur totale des lignes. .	24,292 (24,200)	25,060 (21,676)	25,917 (25,520)	26,338 (26,248)	27,022 (26,600)	26,167 (25,760)
	Dépense totale moyenne par verste	74.54	75.24	133.24	119.34	76.93	95.55

Les lignes sont disposées dans ce tableau dans l'ordre de grandeur des nombres de la dernière colonne. Ceux-ci, donnant la valeur moyenne des dépenses supportées dans le courant de cinq années par le plus grand nombre des voies ferrées, peuvent servir à comparer l'importance des amoncellements auxquels sont sujets les différents chemins.

On voit clairement que plus on remonte le tableau, moins il doit y avoir d'amoncellements sur les chemins de fer et plus les dépenses doivent se rapporter à un simple balayage des neiges de la voie. Au contraire, quand on suit l'ordre naturel de la liste, plus les sommes dépensées doivent être absorbées par le déblayement d'amoncellements et plus, par conséquent, doivent être grandes et énergiques les mesures à prendre pour combattre ceux-ci.

Les données relatives à chacune des cinq dernières années ont été insérées dans le tableau pour montrer combien les dépenses se rapportant à ce chapitre varient d'année en année sur chaque ligne et sur l'ensemble du réseau.

Il ne manque à ce tableau que les chemins de Tsarskoé-Sélo, de Baskountchak, d'Oboïane et de Borovitchi. Sur le premier, il ne se produit jamais d'amoncellement; sur le second, le mouvement est suspendu en hiver, et on manque de renseignements exacts au sujet des dépenses des deux derniers. Celles-ci doivent d'ailleurs être très modérées, car le chemin de Borovitchi est sous la tutelle de ses créanciers et apporte la plus grande économie dans toutes ses dépenses.

CHAPITRE II

Ouvrages d'art.

Par M. NAVROTSKY

INGÉNIEUR

---

1. Caractère général des ouvrages d'art.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — Par suite de la vaste étendue du territoire de la Russie et du nombre relativement restreint des grandes villes et des centres industriels qui s'y trouvent, les distances entre les lieux de production et les lieux de consommation y sont considérables. D'autre part, des raisons stratégiques exigent la mise en communication directe du centre de l'Empire avec les frontières de l'ouest et du sud. C'est ce double motif qui a imprimé au tracé des chemins de fer russes son caractère généralement rectiligne, bien que celui-ci ne soit pas partout aussi accentué que sur la ligne Nicolas.

Comme conséquence de l'application du système de la plus courte distance au tracé des lignes, il a fallu leur faire traverser souvent des fleuves, des rivières, des ruisseaux et des ravins. De là l'existence sur nos chemins d'une multitude de ponts et d'aqueducs de différentes dimensions et de types variés, suivant la nature du sol, l'étendue du bassin des cours d'eau, le climat, ainsi que l'abondance, le bas prix ou la bonne qualité de tels ou tels matériaux de construction.

On sait que les ponts en maçonnerie sont ceux qui réunissent à la fois au plus haut degré les conditions de grande sécurité et de longue durée; que les ponts en charpente sont les plus avantageux au point de vue de l'économie et de la rapidité d'exécution, et que les ponts en fer possèdent, à un degré plus ou moins élevé, les qualités des premiers et des seconds.

Il est donc tout naturel qu'en passant aujourd'hui en revue le réseau des chemins de fer russes, on soit frappé de l'extrême variété et de la multiplicité des types des ouvrages d'art et que l'on puisse y rencontrer des spécimens de toutes les périodes du développement de l'art de la construction des voies ferrées.

L'origine des ponts métalliques remonte à l'année 1850, époque de la construction du célèbre pont Britannia par Stephenson. L'établissement de la première grande ligne russe, le chemin de fer Nicolas, ayant eu lieu avant cette époque — et par

conséquent à un moment où l'on ne faisait encore usage de fer, pour la fabrication des fermes de pont, qu'à titre d'essai et sur une très petite échelle — il fut impossible d'y employer ce métal. On disposait en abondance sur place, le long de la ligne en construction, de bois de qualité supérieure. Les cours d'eau et les ruisseaux à franchir étaient nombreux, et quelques-uns d'une largeur considérable, tels que le Volkhov, la Msta, le Volga, la Chocha, la Tvertsa et le ravin de la rivière Vérébié. Pour ces raisons, on construisit tous les ponts de ce chemin de préférence en charpente et en pierre, et on limita l'emploi du fer au strict nécessaire. On eut recours, pour les petites portées, suivant la hauteur des remblais, à des poutres en bois posées sur des supports en maçonnerie ou à des aqueducs, et pour les moyennes et grandes portées, à des poutres du système Howe, également supportées par des piles en maçonnerie ou par des palées en charpentes.

Il convient de remarquer que, bien que les maîtresses poutres en charpente à claire-voie, à grandes mailles (à triangles ou en treillis) ou à petites mailles de Long et de Town (*lattice works*) aient fait leur apparition en 1829 ou 1830, néanmoins le premier des deux systèmes, qui prit le nom de système Howe après la substitution des boulons ou tringles en fer aux tirants verticaux en bois, n'a été appliqué sur une grande échelle en Amérique que plus tard, tandis qu'il a été employé en Russie lors de la construction du chemin de fer Nicolas, de 1843 à 1850.

C'est le célèbre ingénieur russe Jouravski qui a posé les bases du calcul des ponts de ce système et qui a élaboré la théorie des poutres à triangles en charpente, ayant servi de type à toutes les études ultérieures sur ce sujet. Jusqu'à M. Jouravski, on n'avait jamais eu recours à la théorie pour calculer les poutres à claire-voie. Les ponts se construisaient, dans la plupart des cas, suivant le système Town; ils représentaient un treillis à mailles serrées en planches et leurs projets étaient dressés plutôt d'après des données empiriques qu'en se basant sur des calculs tant soit peu exacts. On se bornait à déterminer les dimensions des bandes ou semelles. De même que les poutres à âme pleine, les poutres à petites mailles de Town étaient embrassées de distance en distance par des moises verticales, Plus tard, en construisant des ponts à triangles ou en treillis (à grandes mailles), on augmenta les dimensions des tirants vers les supports.

Des ponts en fer du même système furent admis en Russie à l'origine des chemins de fer. Citons comme exemple ceux du chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie, qui ont été construits de 1861 à 1864, et qui représentent le treillis à petites mailles de Town exécuté en fer, bien que les dimensions des fers méplats du treillis aillent en augmentant des supports vers le milieu de chaque portée.

Un perfectionnement nouveau apporté à la construction des poutres métalliques à grandes mailles, consista à employer des fers rigides pour les croisillons soumis à la compression et des fers plats pour les croisillons travaillant à l'extension. Puis, en augmentant la grandeur des mailles, on parvint à réaliser une économie notable de métal et une répartition plus régulière des efforts que dans les poutres à mailles serrées formées par des barres plates rivées entre elles.

Pendant la période suivante du développement de la construction des ponts en

Russie, on observe une préférence marquée pour les poutres treillissées continues. C'est d'après ce système qu'ont été construits la plupart des ponts sur les anciens chemins de fer.

Peu à peu, des poutres primitives en bois du système Town, on passa en effet aux poutres en fer à petites mailles rivées dont le type caractéristique est le pont du chemin de fer Nicolas sur la Msta, construit de 1879 à 1881, en remplacement d'un pont en charpente du système Howe.

Pendant que se perfectionnait le système à petites mailles, se développait parallèlement celui des poutres armées à triangles, proposé par Nevil en 1846 et amélioré par Warren en 1849. Dans l'origine, il comprenait deux séries de barres inclinées ou diagonales. Sur la proposition de Monier, l'une d'elles fut remplacée par des barres verticales et ce système trouva de nombreuses applications en Europe. Ensuite parurent différentes variétés de ces types, telles que les fermes de Schwaedler, paraboliques, demi-paraboliques, etc.

A une époque plus récente, les fermes métalliques à grandes mailles ont été souvent employées pour les ponts des chemins de fer russes, grâce aux travaux de M. le professeur Béléloubsky.

Le plus bel exemple de l'application de ce système en Russie est le pont du chemin de fer d'Orenbourg sur le Volga. C'est l'une des œuvres les plus grandioses de l'art de l'ingénieur russe. Par sa longueur, ce pont occupe la première place sur le continent européen et la sixième dans le monde.

En général, les poutres à grandes mailles avec bandes droites ou courbes ont été employées sur presque tous les chemins de fer russes pour les ponts de moyenne et de grande portée, avec voie en dessous ou au milieu.

Pour les petites travées, concurremment avec des poutres en charpente sur supports en maçonnerie ou sur palées en bois, on employait autrefois, pour la superstructure des ponts, des poutres métalliques à âme pleine. Le plus souvent pourtant, quand les remblais n'avaient pas une grande hauteur, on construisait d'abord de petits ponts, de 2 à 5 mètres d'ouverture, avec des poutres en bois reposant sur des culées en maçonneries, sauf à les remplacer plus tard, pendant l'exploitation, par des poutres métalliques, sans entraver la circulation des trains.

Les types de maçonnerie des ouvrages d'art sont aussi très différents, suivant les conditions locales et la pierre qu'on trouve sur place.

Le climat rigoureux du nord de la Russie, l'abondance des neiges, leur fonte rapide aux approches de l'été et les crues du printemps, font que les ouvrages d'art des chemins de fer russes sont dans des conditions toutes particulières. Les constructeurs sont toujours obligés, en établissant les fondations, d'avoir grand soin de prendre des mesures contre l'affouillement des piles par les eaux du printemps, ainsi que pour la préservation des culées contre les effets désastreux de la congélation des terrains sur lesquels elles s'appuient ; aussi est-il indispensable de drainer ceux-ci aussi complètement que possible.

Lors de l'établissement des premières lignes russes, on a fait grand usage de briques

de première qualité avec mortier de ciment pour les piles et les culées des ouvrages d'art. Les culées de petits ponts du chemin de fer Nicolas ont, presque toutes, été construites en briques, surtout sur la section sud. Mais, au bout de vingt ou trente années, la rigueur du climat aidant, ces supports ont été tellement détériorés que, renonçant à la brique, on a été obligé de les reconstruire à neuf en moellons maçonnés au mortier de ciment, avec parements en moellons piqués ou en granit.

Les tuyaux en fonte ont été introduits sur les chemins russes par les constructeurs français. Jusqu'en 1882, il n'existait pas de règles absolues pour les poser sous les voies de chemins de fer. A cause de leur prix de revient relativement peu élevé, on les employait très fréquemment, et un diamètre inférieur à 1 mètre était toléré (le plus souvent 70 centimètres). On en posait souvent deux de front sans prendre les mesures nécessaires pour la consolidation du terrain sous-jacent et des talus. Mais à la suite des pluies torrentielles qui causèrent, en 1882, tant de dégradations aux voies et aux ouvrages d'art, en Russie aussi bien qu'à l'étranger, on établit des règles tellement sévères pour la pose des tuyaux en fonte, que l'usage en devint très difficile.

Ce n'est que tout récemment qu'ils ont commencé à rentrer en faveur auprès des constructeurs et de ceux qui les avaient décriés.

Parmi les ouvrages d'art des chemins de fer russes, on trouve aussi des tunnels; mais par suite de la configuration générale du pays, leur nombre et leur longueur sont en général peu considérables.

2. — Débouchés des ouvrages d'art et fondations des culées.

Pour le calcul des débouchés des ouvrages d'art établis sur les ruisseaux et les rivières, dont les bassins ont une superficie de plus de 50 kilomètres carrés, on suit d'ordinaire les instructions de la circulaire de l'ancien comité d'inspection technique des chemins de fer, du 11 novembre 1877, n° 11230. On détermine la superficie du bassin du cours d'eau, comme le prescrit la circulaire, au moyen de la carte topographique à l'échelle de 1 pouce pour 3 verstes (25 millimètres pour 3,200.4 mètres); on multiplie ensuite cette superficie par un coefficient déterminé et on obtient la surface Ω de la section mouillée du pont.

On détermine pendant les études, ou avant de procéder aux travaux, le niveau des eaux de l'été et du printemps. A cet effet, on a recours à des informations, prises auprès des habitants de la contrée, au sujet des plus hautes eaux observées pendant un laps de temps suffisant et aussi à des observations faites directement au printemps.

On détermine la section vive de la rivière suivant l'axe même de la ligne de chemin de fer qui la coupe, ainsi qu'en plusieurs autres endroits en aval et en amont, en ayant soin de choisir à cet effet ceux où les berges sont parallèles, et autant que possible droites.

En relevant, sur le profil en travers de la rivière, déterminé suivant l'axe de la ligne, la plus grande hauteur H des eaux du printemps et en divisant, par ce nombre, la surface Ω de la section mouillée du pont, calculée comme nous l'avons indiqué plus

haut, on obtient le débouché cherché du pont pour le cas où il n'y aurait pas d'affouillement à craindre. Si on admet qu'il puisse s'en produire et si h représente sa hauteur, le débouché sera donné par la formule :

$$l = \frac{\Omega}{H + h}.$$

Outre ce procédé pour le calcul du débouché des ponts, on en emploie encore un autre, basé sur la détermination du débit maximum Q suivant les formules du libre écoulement des eaux dans les rivières. Ce moyen sert en même temps, pour ainsi dire, de preuve au précédent, mais exige, outre les données énumérées plus haut et relatives au niveau des eaux et à la section mouillée, qu'on établisse la pente i des eaux du printemps aux abords de l'ouvrage projeté. Cette pente est quelquefois difficile à déterminer exactement, à cause des digues, des barrages et des autres ouvrages hydrauliques qu'on rencontre sur les rivières, et qui produisent des remous artificiels; de sorte qu'on est souvent forcé en pareil cas de s'en tenir uniquement au calcul basé sur l'étendue du bassin, en se guidant en même temps, pour fixer le débouché, d'après les ponts déjà établis près de l'emplacement de celui qu'on projette.

On détermine la vitesse moyenne des eaux du printemps, soit au moyen de la formule de Gangille et Cutter :

$$r = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \times \sqrt{Ri} \text{ (en mètres).}$$

R est le rayon moyen du périmètre mouillé $= \frac{\omega}{p}$;
i est la pente du cours d'eau;
n est le coefficient de rugosité du lit, variant de 0.025 (pour le chenal principal) à 0.03 (hauts fonds);

soit au moyen de la formule de Humphry et Abbot :

$$r = \left(\sqrt[4]{225r\sqrt{i}} - 0.0388\right)^2 \text{ (en pieds),}$$

dans laquelle $r = \frac{\omega}{p + a}$ soit $\frac{\omega}{2.015a}$ et a la largeur de la crue.

Cette formule donne généralement une vitesse moyenne supérieure à celle qu'on obtient par la formule de Cutter.

Quand on a obtenu la vitesse moyenne de tout le courant, on détermine le débit des hautes eaux $Q = \omega r$ et ensuite le débouché d'après la formule :

$$l = \frac{Q}{\mu \times (H + h) \times u}.$$

$\mu = 0.9$ est le coefficient de contraction;
u est la vitesse moyenne tolérée sous le pont;
H est la profondeur maximum des eaux du printemps;
h est l'affouillement toléré du lit.

Il faut déterminer la vitesse moyenne u de l'eau sous le pont, de telle façon que la vitesse correspondante au fond, u_0, ne puisse entamer le lit.

Tous les ouvrages d'art des rivières, ruisseaux et ravins dont les bassins ont une superficie inférieure à 50 kilomètres carrés, se calculent conformément à la circulaire de l'ancien comité technique des chemins de fer du 16 juin 1884, n° 5167, qui enjoint de déterminer le débit au moment des crues d'après la superficie du bassin, suivant les règles proposées par Köstlin. Les données indispensables à cet effet, et relatives à la pente du lit en aval des ouvrages d'art, se déterminent au moyen d'un nivellement. Quant aux superficies des bassins, on les mesure en les parcourant, ou bien, dans les régions qui présentent de très grandes difficultés pour la levée des plans, sur la carte topographique à l'échelle de $\frac{1}{123.116}$ (1 pouce pour 3 verstes).

Plus tard, pendant l'exécution des travaux, on procède à des études complémentaires et on obtient des données plus exactes, d'après lesquelles on vérifie le calcul du débouché. La vérification consiste à déterminer le remous et la vitesse qui correspondent au nouveau débit des hautes eaux calculé d'après Köstlin. Pour les petits ponts ayant des culées de faible largeur, on se sert de la formule du débit de l'eau dans des déversoirs à contraction incomplète :

$$Q = \mu \sqrt{2g} \times l \left\{ {}^2/_3 \left[(h + k)^{3/2} - k^{3/2} + a (h + k)^{1/2} \right] \right\}$$

et pour les ponceaux de grande longueur, on emploie la formule de Bresse :

$$Q = 0.35 \sqrt{2g} \times l \, (y + k)^{3/2},$$

établie dans l'hypothèse que la hauteur de l'eau sous le ponceau est égale aux deux tiers de celle de l'eau en amont, ce qui correspond au maximum de la fonction Q dans la formule fondamentale de Bresse :

$$Q = \eta \, . \, l \, . \sqrt{2g \, (y + k - \eta)},$$

Dans laquelle y est une quantité constante et η variable; le coefficient 0.35 a été emprunté à Castel et Lesbros.

Dans les formules ci-dessus :

Q est le débit maximum suivant Köstlin;
l est le débouché admis pour l'ouvrage;
μ est le coefficient de contraction = 0.9;
h est le surhaussement de la veine liquide à l'amont;
$k = \frac{\gamma^2}{2g}$ est la hauteur correspondante à la vitesse γ de l'eau sous le pont;
a est la hauteur du niveau des hautes eaux au-dessus du radier;
y est le niveau de l'eau en amont du ponceau;
η est le niveau de l'eau sous le ponceau.

Les quantités a et k ne peuvent pas toujours être déterminées directement par des sondages. Dans l'impossibilité de pouvoir recueillir pour chaque ouvrage des indications

précises au sujet du niveau et de la vitesse des plus hautes eaux, on détermine dans certains cas ces quantités par un calcul approximatif.

Les débouchés des ponts aux traversées des routes avec les voies ferrées se déterminent d'après les conditions locales, conformément aux arrêtés du ministre des voies de communication, n° 1 du 18 mars et n° 2 du 18 décembre 1860. Ces arrêtés prescrivent que :

a) Si la voie ferrée passe au-dessus de la route, le débouché du pont en dessous doit être de 3.5 sagènes (7.45 mètres) si c'est une chaussée, de 3 sagènes (6.39 mètres) pour une rue de ville, une route postale ou commerciale, et de 2 sagènes (4.26 mètres) pour un chemin communal ou rural;

b) Si la route passe au-dessus de la voie ferrée, on observe, en déterminant le débouché du pont en dessus, les règles fixant les distances minimums auxquelles peuvent se trouver, suivant leur hauteur, des objets quelconques de l'axe de la voie la plus rapprochée d'eux (gabarit normal), soit : 1.485 mètre pour une hauteur de 0.266 mètre, 1.90 mètre pour des hauteurs de 0.266 à 1.065, 2.438 mètres pour des hauteurs dépassant 1.065 mètre.

La profondeur des fondations des culées, à compter du lit affouillé, se calcule d'habitude d'après la formule suivante de Pauker :

$$H_0 = h_0 \, tg^2 \left(\frac{90° - \varphi}{2}\right) = h_0 \times 0.111$$

H_0 représente la profondeur cherchée, et φ l'angle d'inclinaison du talus naturel des terres = 30°, de sorte que

$$tang^2 \left(\frac{90° - \varphi}{2}\right) = 0.111$$

et h_0 représente la hauteur d'une colonne de terre qui exercerait, sur la superficie occupée par les fondations de la culée, une pression égale à celle qui est produite sur cette surface par l'ensemble des poids des maçonneries, des pièces du pont et du train.

3. — Matériaux employés dans la construction des ouvrages d'art et usines qui les produisent.

I. — Pierres naturelles. — A la classe des pierres naturelles se rattachent les pierres suivantes :

Calcaires. — *Dalles de Poutilov* (ponts des chemins de fer Nicolas, Saint-Pétersbourg-Varsovie et Baltique); *calcaire dolomitique d'Iliinsk* (ponts des chemins de fer d'Orel-Vitebsk et de Moscou-Koursk); *calcaire d'Orel* (chemin d'Orel-Vitebsk); *calcaire de Grébensk* (celui d'Orenbourg, employé pour les piles du pont du chemin de fer d'Orenbourg, sur la rivière Sakmara); *calcaire de Tchoudovo* (dalles de Kérestsk, ayant servi aux fondations de quelques ponts de la section du chemin de fer Nicolas, entre Lioubagne et Volkhov); *calcaire de Crymsensk* (à Syzrane, employé aux piles du

pont sur la Crymza, sur le chemin de fer de Morchansk-Syzrane); *les calcaires de Crimée* (neuf espèces, employés pour les travaux de construction à Sébastopol et sur le chemin de fer de Lozovo-Sébastopol); *le calcaire de Miatchkovo* (culées des ponts de la section sud du chemin Nicolas); *calcaire de Protopopovo* (sur le chemin de fer de Moscou-Riazan); *calcaire de Kovrov* (pont de Kovrov, sur la rivière Kliasma et sur le chemin de fer de Nijni-Novgorod; viaduc de Krestovo, sur le chemin Nicolas près de Moscou; culées du pont sur la rivière Ouvod, sur le chemin de fer de Chouia-Ivanovo); *calcaire de Podolsk* (sur le chemin de fer de Moscou-Koursk); *calcaire de Tsarévo-Kourgane*, du Volga (pont Alexandre du chemin d'Orenbourg sur le Volga); *calcaire de Jigouli*, de Chiriaïevo (cette pierre a été employée pour toutes les piles du pont Alexandre sur le Volga; elle a servi à toutes les maçonneries d'emplissage, aux parements, sauf à ceux des brise-glaces et des pierres de taille qui supportent les maîtresses poutres); *calcaire de Stréletz*, d'Alexandrovsk (employé aux parements des piles du pont sur la rivière Oka, sur le chemin de Riajsk-Viasma), etc.

La résistance à l'écrasement des pierres que nous venons de citer varie de 200 à 1,500 kilogrammes par centimètre carré; les plus résistantes sont celles de : Tsarévo-Kourgane, Jigouli et Stréletz.

Grès. — Parmi les grès, on peut citer : ceux de *Pavéletsk* (de Scopine), employés pour les parements des piles des ponts du chemin de fer de Riajsk-Viazma sur les rivières Ranova, Khoupta, Verda et autres, et sur le chemin de Riajsk-Morchansk pour parementer les ponceaux près de la station de Morchansk; le grès de *Kotélnikov*, ayant servi à parementer les ponts des chemins de fer des environs de Moscou; le grès de *Karov*, de Kalouga (employé à parementer les parties des piles et des brise-glaces au-dessous du niveau de l'eau du pont du chemin de fer de Riajsk-Viasma, sur la rivière Oka); les grès de *Touapse* (de Novorossisk), de *Amvrossiév* (de Mious) et de *Kalitviansk.*

La résistance à l'écrasement de ces grès varie de 500 à 2,000 kilogrammes par centimètre carré; parmi eux, les plus résistants sont ceux de *Amvriossiév* et de *Karov*, et le plus tendre est celui de *Pavélets.*

Granits, syénites, gneiss, porphyres rouges. — Parmi ces pierres, les plus importantes sont le granit de *Serdobol*, venant des environs de Serdobol, sur les bords du lac Ladoga, et celui de Gangueout, dont les gisements sont en Finlande, près de Gangueout. Ce sont des granits de qualité supérieure, employés aux parements et assises sous les fermes. Puis viennent les granits de Voronège (du Don), de Viborg, de Piterlak, de la Chéksna (blocs erratiques). Les granits de Viborg (Sénio) et de la Chéksna ont été employés pour les brise-glace, les piles et les assises des fermes du pont Alexandre sur le Volga. Le granit de Gangueout mérite une mention spéciale à cause de sa qualité supérieure (sa résistance à l'écrasement est de 1,400 kilogrammes par centimètre carré).

Labradorites et basaltes. — Parmi ces pierres, il convient de citer le *labrador de Kiev* (de l'arrondissement de Kanév); cette pierre, propre à être employée pour les parements et les maçonneries, a servi aux ponts du chemin de fer de Fastov; le *basalte de Volhynie* a servi pour les piles et les culées du pont du chemin de fer de Vilna-

Rovno, sur la rivière Goryne. La résistance de ces espèces de feldspath varie de 580 à 2,850 kilogrammes par centimètre carré (granit de Viborg, basalte de Volhynie); cette dernière espèce de pierre est d'une résistance exceptionnellement grande.

II. — Parmi les PIERRES ARTIFICIELLES servant de matériaux de construction, la plus importante est la brique pleine, préparée avec de l'argile sablonneuse cuite à la température du rouge-blanc. On distingue généralement les briques en trois espèces principales : 1° la brique rouge ou de construction; 2° la brique dite de fer; 3° la brique rouge pâle. La brique rouge de bonne qualité se reconnaît à sa sonorité. Elle a une surface rugueuse qui contribue à la parfaite adhérence du mortier, se taille et se façonne aisément; elle ne présente ni cavités, ni boursouflures dans sa cassure.

La fabrication très répandue de la brique dans toute la Russie, son prix relativement peu élevé, ses formes régulières et sa grande résistance, font qu'on s'en sert largement dans les ouvrages d'art de tous les chemins de fer russes pour les parties au-dessus de l'eau. Ne pouvant examiner en détail les propriétés de cette pierre de construction, ni énumérer les usines qui la fabriquent, il suffira de dire ici que les dimensions normales des briques pleines en Russie sont de 266 × 133 × 66 millimètres, et que la résistance à l'écrasement de la brique rouge de construction qui est, en moyenne, de 170 kilogrammes par centimètre carré, varie de 85 à 417 kilogrammes par centimètre carré (briqueterie Rennencampf, à Saint-Pétersbourg). La brique rouge est employée pour les parements des culées, les voûtes, les cheminées, etc.

III. — LES CHAUX HYDRAULIQUES ET CIMENTS (mortiers) jouent un rôle très considérable dans l'exécution des ouvrages d'art; à cette catégorie de matéraux, il faut rattacher : 1° les *chaux hydrauliques* (*a.* chaux hydraulique légère, *b.* chaux hydraulique lourde); 2° les *ciments romains*, à prise rapide ou lente; 3° les *ciments de Portland* (*a.* naturel, *b.* artificiel); 4° les *substances dont l'addition produit l'hydraulicité* : pouzzolanes, terre de Santorine, scories des hauts fourneaux, pouzzolanes artificielles russes, etc.; 5° les *ciments de pouzzolanes* obtenus par le mélange intime d'hydrates de chaux pulvérisés et de substances produisant l'hydraulicité réduites à l'état de poudre; 6° les *ciments mélangés*, produits par le mélange intime de ciments déjà préparés avec d'autres matières additionnelles.

En Russie, la production du ciment a commencé vers 1870 et, bien que le nombre des usines n'en soit pas encore considérable jusqu'à présent, il est impossible de ne pas rendre justice aux usiniers qui, par leur fabrication rationnelle, ont permis au ciment de Portland russe d'occuper dès l'abord un rang élevé.

Les pionniers de la fabrication du ciment, en Russie, ont été : MM. Tsékhanovski (usine de Grodzetz), C. Schmidt (usine de Riga), Dr V. Lieven (usine de Port-Kounda).

Les épreuves des ciments des usines russes se font périodiquement, sur la demande des constructeurs de chemins de fer et de grands ponts, au laboratoire mécanique de l'Institut des ingénieurs des voies de communication, sous la direction et avec le concours direct de M. le professeur Béléloubski. Combinées avec les essais faits aux usines et sur

les chantiers, elles ont constamment démontré que le produit fourni par les usines était homogène et que ses qualités lui permettaient de concourir avec succès avec les ciments étrangers. Cette constatation a contribué à donner confiance dans le ciment russe et à consolider sa situation sur le marché.

En ce moment, la Russie possède les fabriques de ciment de : 1° la société en commandite de C. Schmidt, à Riga (fondée en 1868); 2° Port-Kounda, en Esthonie (1870); 3° Grodzetz-Tsékhanovski (gouvernement de Pétrokov) (1857); 4° E. Liphardt (station de Chtchourovo du chemin de fer de Moscou-Riazan) (1875); 5° la société anonyme de Moscou, à Podolsk (gouvernement de Moscou) (1875); 6° la mer Noire à Novorossisk (1882); 7° Gloukhoozersk (à Saint-Pétersbourg) (1884); 8° Sdolbounovo (station de Sdolbounovo des chemins de fer du Sud-Ouest) (1882); 9° Vyssoka (station de Lazy du chemin de fer de Varsovie-Vienne) (1885); 10° Cabio, en Finlande; 11° Polovtsev, en Sibérie. La production annuelle du ciment de toutes ces usines atteint 1 million de barils.

Il convient de rappeler brièvement ici les conditions normales de fourniture et de réception des ciments de Portland prescrites par le ministère des voies de communication :

1° Les barils de ciment de Portland doivent représenter un poids uniforme de 180 kilogrammes brut et de 170 kilogrammes net;

2° Le ciment destiné aux travaux de construction doit toujours être à prise lente, c'est-à-dire ne doit durcir que trois quarts d'heure après avoir été gâché à une température de 15 à 18° centigrades;

3° Le ciment sous forme de briquette, gâché sur une plaque de verre, plongé dans l'eau quelque temps après sa prise, doit, même après un laps de temps prolongé (vingt-huit jours), ne présenter ni déformations ni crevasses sur ses bords;

4° Le ciment de Portland doit être moulu aussi fin que possible; passé au tamis de 900 mailles par centimètre carré, il ne doit pas y abandonner plus de 20 p. c. de son poids;

Remarque. — Suivant les conclusions de la Conférence de Munich de 1884, la finesse de blutage du ciment doit être éprouvée au moyen d'un tamis de 900 à 5,000 mailles par centimètre carré.

5° La force de cohésion du ciment de Portland se détermine par des essais relatifs à la résistance à l'arrachement, faits avec un mélange de ciment et de sable normal, de sept à vingt-huit jours après le gâchage ou, avec des briques en ciment pur, sept jours après;

6° Un mélange d'une partie de ciment avec trois de sable normal doit, au bout de vingt-huit jours, offrir une résistance minimum à l'arrachement de 8 kilogrammes par centimètre carré; celle du ciment pur, sept jours après le gâchage, ne doit pas être inférieure à 25 ou 21 kilogrammes par centimètre carré. Pour la préparation des briquettes d'essai du ciment, on emploie un tiers de son poids d'eau (quand on a recours au mode de préparation des briquettes par absorption);

7° Les briquettes d'essai doivent rester exposées à l'air pendant 24 heures après

leur préparation, puis plongées dans l'eau jusqu'au moment de l'épreuve. A chaque épreuve, on prend le résultat de 10 arrachements pour les ciments de marques nouvelles, et de 5 au moins pour les marques connues;

8° Dans les expériences de laboratoire sur la bonne qualité des ciments, on fait, outre les essais ci-dessus mentionnés, des essais avec du mortier 7 jours après sa préparation; s'il offre une résistance de 8 kilogrammes par centimètre carré au bout de 28 jours, au bout de 7 jours il doit avoir une résistance de 5 kilogrammes par centimètre carré au minimum.

Pour les fournitures de ciment aux chemins de fer de l'État, dont la construction se poursuit sans interruption depuis 1881, on exige une norme plus élevée que celle prescrite par le ministère des voies de communication; on pose notamment la condition que : *a*) le mortier de ciment pur présente au bout de 7 jours une résistance au moins de 25 kilogrammes par centimètre carré; *b*) la résistance du mortier de 1 : 3 ne soit pas inférieure à 8 kilogrammes par centimètre carré au bout de 7 jours (à la réception du contrôle qui a lieu au bout de 7 jours) et en tout cas pas inférieure à 10 kilogrammes par centimètre carré au bout de 28 jours. Quant au reste, les conditions sont conformes aux règles précédentes.

D'ordinaire, la fourniture se divise en lots de 500 à 2,000 barils et on emprunte à chaque lot un nombre d'échantillons égal à $^1/_2$ p. c., au moins, du nombre total des barils qui le composent.

La livraison et la réception des ciments de Portland se sont faites suivant les règles ci-dessus, jusqu'au 1er janvier de cette année. A partir de cette époque, ont reçu force de loi les conditions techniques pour la réception des ciments de Portland prescrites par un arrêté du ministre des voies de communication du 17 avril 1891, n° 14. Les nouvelles conditions techniques donnent la définition exacte du ciment de Portland et précisent sa composition chimique. Elles indiquent la méthode générale à suivre pour les essais, déterminent le poids spécifique minimum du ciment, les conditions de prise, les limites du retrait et la finesse du blutage, fixent la manière de faire les essais à l'arrachement, le mode d'emballage, le poids des barils et des sacs. Les prescriptions ci-dessous constituent la différence essentielle entre les nouvelles et les anciennes conditions techniques :

a) Ce qu'on appelle le module d'hydraulicité ou le rapport de la quantité de chaux ($Ca\,O$) et des alcalis à la somme des poids de la silice ($Si\,O^2$), de l'argile ($Al^2\,O^3$) et du peroxyde de fer ($Fe^2\,O^3$) dans le ciment de Portland, ne doit pas être inférieur à 1.7, ni dépasser 2.2. Les quantités d'acide sulfurique et de magnésie dans le ciment de Portland préparé (c'est-à-dire mélangé de matières étrangères après sa cuisson) ne doivent pas dépasser, pour le premier, 1 $^3/_4$ p. c. et, pour le second, 3 p. c. L'addition de matières étrangères au ciment de Portland cuit et pulvérisé n'est tolérée que dans la proportion de 2 p. c. de son poids;

b) Le poids spécifique du ciment de Portland ne doit pas être inférieur à 3.05 (la moyenne de deux essais);

c) Le ciment de Portland doit être à prise lente, ne commencer à faire prise qu'au

bout d'une demi-heure à partir de l'instant où il a été mis en contact avec l'eau, et ne durcir complètement qu'une heure après au plus tôt et huit heures après au plus tard. Le mortier de ciment de Portland dont on se sert pour déterminer le moment où commence la prise et celui où elle s'achève doit être de consistance normale;

d) Le mortier de ciment de Portland pur de consistance normale ne doit varier de volume ni à l'air ni dans l'eau;

e) Le ciment de Portand doit être moulu aussi fin que possible. Quand on fait passer 100 grammes de ciment sec pulvérisé à travers deux tamis, l'un de 4,900 mailles, l'autre de 900 par centimètre carré, il faut qu'il passe au moins 50 p. c. de ce poids au travers du premier et que le second n'en retienne que 15 p. c. L'épaisseur des fils de fer du tamis de 4,900 mailles par centimètre carré doit être de 0.05 millimètre, celle des fils du tamis de 900 mailles par centimètre carré doit être de 0.01 millimètre;

f) Les briquettes d'essai de ciment de Portland pur doivent, 7 jours après le gâchage, offrir une résistance minimum de 20 kilogrammes, et de 25 kilogrammes au bout de 28 jours.

Si le ciment de Portland présente au bout de 7 jours une résistance d'au moins 23 kilogrammes par centimètre carré, les essais à l'arrachement au bout de 28 jours ne sont pas exigibles pour la réception, mais on y procédera à titre de contrôle des résultats des expériences faites au bout de 7 jours. Si la résistance au bout de 28 jours était inférieure à 25 kilogrammes par centimètre carré, le ciment des envois suivants de la même usine ne sera reçu que d'après les résultats des essais de 28 jours.

g) Les briquettes d'essai, composées d'un mélange de ciment de Portland et de sable, dans la proportion d'une partie de ciment pour trois de sable normal *au poids*, doivent présenter, au bout de 7 jours, une résistance à l'arrachement d'au moins 5 kilogrammes par centimètre carré, et de 8 kilogrammes au moins au bout de 28 jours.

Si le ciment de Portland préparé ne contient pas plus de 1.5 p. c. d'acide sulfurique et donne, au bout de 7 jours, une résistance à l'arrachement minimum de 6 kilogrammes par centimètre carré, en satisfaisant en même temps à toutes les autres conditions, les essais à l'arrachement au bout de 28 jours ne sont pas nécessaires à la réception.

h) Les barils de ciment de Portland doivent contenir un poids uniforme de 164 à 168 kilogrammes net.

Sur les barils doit figurer en grandes lettres l'inscription suivante :

Ciment de Portland, ainsi que le nom de l'usine, le numéro de l'envoi, le poids net de chaque baril et l'époque de la préparation du ciment.

Les sacs doivent contenir un poids uniforme de ciment de Portland de 49.1 à 47.2 kilogrammes net.

Les pertes provenant du maniement des barils et des sacs ne doivent pas dépasser 2 p. c.

IV. Métaux. — *Fer*. — Dans la construction des ponts, c'est au fer que revient, sans contredit, le rôle le plus important. Dans les premiers temps de la construction

des chemins de fer en Russie, les parties métalliques étaient fournies exclusivement par des usines étrangères et fabriquées avec des fers étrangers. Mais ce temps est passé. L'industrie du fer est établie sur des bases solides en Russie et les produits étrangers n'y trouvent plus accès qu'à titre d'exception.

Aussi peut-on diviser la construction des travées métalliques des ponts en trois périodes :

1° Celle de la fabrication et du montage des ponts métalliques avec des matériaux étrangers, par des usines étrangères;

2° Celle de la fabrication et du montage des ponts métalliques avec des matériaux de provenance étrangère, par des usines russes;

3° Celle de la fabrication et du montage des ponts métalliques exclusivement avec des matériaux russes, par des usines russes.

Parmi les usines étrangères, il faut citer : celle de Handy-Sight, en Angleterre, ayant fabriqué et monté les fermes métalliques de quelques ponts de portée moyenne du chemin de fer Nicolas (principalement avec tablier supérieur); l'usine française Gouin, qui a projeté et construit, sous la direction des ingénieurs français, la plupart des ponts métalliques du chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie, ainsi que le pont du chemin de fer de Rybinsk-Bologoé sur le Volga; l'usine de la Société anonyme Harkort, à Duisbourg sur le Rhin, qui a fabriqué et monté sur place les fermes métalliques du pont du chemin de fer Nicolas sur la Msta.

Parmi les usines russes qui ont fabriqué des ponts en fers étrangers, il faut nommer l'usine métallique de Saint-Pétersbourg, l'ancienne usine du prince Ténicheff et celle de Kolomna.

Les usines étrangères qui ont fourni des fers pour la fabrication des ponts métalliques et méritent d'être citées, sont celles de : Harkort, Grillo et Funke (à Essen), Union, Wendel, Duisburger-Hütte, Gutehoffnungshütte, Hoerde, Schultz-Knaudt & C°; les usines belges Cockerill, de Sclessin, de Charleroi et aussi celles de « Jones brothers limited » et de « Dormant Yong », à Middlesborough, celle de « Shelton bar iron Company », près de la ville de Stoke en Angleterre, etc.

Parmi les usines métalliques russes ayant construit des ponts importants en matériaux russes, il convient de mentionner les usines : Métallique de Saint-Pétersbourg, de Briansk, de Kolomna et de Poutilov. De plus, on lamine du fer à Saint-Pétersbourg à l'usine Alexandre, qui fabrique du métal fondu d'excellente qualité, et aux usines de la Société franco-russe (anciens établissements Baird). Cette dernière usine, qui fournissait autrefois du fer pour la construction des ponts, n'en lamine plus que pour sa propre consommation sur commande du ministère de la marine. Parmi toutes les usines que nous venons d'énumérer, il serait juste de tirer hors pair l'usine Métallique de Saint-Pétersbourg, dont les travaux méritent une mention spéciale à cause du soin et de la précision apportés à leur exécution.

Fer fondu. — La question de savoir si l'on devait autoriser l'emploi du fer fondu aussi bien que celui du fer forgé, pour les ponts et autres constructions, fut soulevée lors de la construction de la ligne Catherine du chemin de fer de l'État.

Pour étudier la question, on nomma au ministère des voies de communication une commission présidée par M. l'ingénieur Kerbedz, et composée d'un grand nombre de personnes compétentes. Après avoir réuni une grande quantité de renseignements, cette commission s'est prononcée en faveur de l'emploi du fer fondu, à condition d'observer certaines règles pour la fabrication, et elle a reconnu que ce produit avait une résistance plus grande que celle du fer forgé.

Les propriétés du fer fondu sont formulées comme suit dans un arrêté du ministre des voies de communication du 15 août 1888 :

a) Le fer fondu employé dans les travaux de pont contiendra au plus 0.1 p. c. (un dixième pour cent) de carbone et 0.05 p. c. (cinq centièmes pour cent) de phosphore;

> *Remarque.* — La quantité maximum du phosphore pouvant entrer dans la composition du fer fondu préparé avec de la fonte russe au charbon de bois, celle-ci contenant très peu de phosphore (au plus 0.06), n'est pas de rigueur.

b) Il aura une résistance, à la rupture par tension, de 34 kilogrammes par millimètre carré au moins, et de 40 kilogrammes par millimètre carré au plus. La limite d'élasticité devra être atteinte par une tension égale environ à la moitié de la charge de rupture et non inférieure à 17 kilogrammes par millimètre carré. Une éprouvette de 200 millimètres de longueur sur 30 millimètres de largeur devra s'allonger de 25 p. c. sous la charge de rupture;

c) Il ne devra ni se casser, ni se fendre quand on replie une barre sur elle-même à froid par le choc d'un marteau, de telle façon que les deux branches viennent s'appliquer l'une contre l'autre sur toute leur longueur;

d) Il devra pouvoir résister à la trempe, c'est-à-dire qu'une éprouvette chauffée à la température du rouge-cerise et plongée ensuite dans l'eau devra pouvoir se replier sur elle-même de telle sorte que ses branches coïncident complètement sans présenter des criques, des gerçures ou des lamelles.

> *Remarque* se rapportant aux articles *c* et *d*. — Pour les essais de flexibilité et de trempe, on préparera des barres de fer fondu de 250 à 300 millimètres de longueur sur 30 à 40 millimètres de large; les arêtes des barres d'essai sont adoucies à la lime.

Fonte et acier. — Il faut rappeler ici que, depuis quelque temps, on impose les conditions suivantes relativement à la qualité de la fonte et de l'acier destinés aux supports des ponts :

La fonte doit être de la meilleure qualité, de seconde fusion, douce, facile à entamer au burin et à percer à la mèche, présenter dans sa cassure un grain gris, compact, homogène, serré, nulle trace de soufflures, de gerçures et de défauts capables d'en diminuer la résistance. La fonte est essayée à la compression et à la tension; elle doit supporter sans se rompre à l'écrasement une charge d'environ 60 kilogrammes par millimètre carré et ne doit éprouver aucune altération de forme lorsqu'elle est soumise à une pression de 16 kilogrammes par millimètre carré et à une tension de 10 kilogrammes par millimètre carré.

L'acier doit être de l'acier Bessemer ou Martin, à grain serré, présentant, quand il

a été tourné, une surface complètement lisse, sans gerçures, cavités ou autres défauts. Les échantillons de 200 millimètres de longueur doivent résister à un effort de 60 kilogrammes par millimètre carré et s'allonger au moins de 20 p. c. de leur longueur.

V. Bois. — Parmi les matériaux de construction de la cinquième classe, il faut citer le sapin rouge, dont on fait grand usage pour la construction des ponts. La résistance moyenne du sapin rouge est de :

975	kilogrammes par	centimètre carré	à la traction;
500	id.	id.	à l'écrasement;
40	id.	id.	au cisaillement.

Tous les ponts en charpente permanents, du type le plus simple aussi bien que ceux de types plus compliqués (système Howe), se construisent exclusivement en sapin qui sert également aux pilots, poutres transversales de pont en bois et au platelage des ponts en fer. Pour les ouvrages permanents, on admet pour le sapin une résistance à la traction de 60 kilogrammes par centimètre carré. Parmi les autres essences de bois usitées pour la construction des ponts, le chêne sert aux coussinets et aux chevilles, le pin est employé pour les ponts provisoires et les échafaudages. Dans certains ponts, on trouve des poutres transversales en chêne.

4. — Conditions techniques pour la rédaction des projets des ouvrages d'art.

Dans ce paragraphe, nous ne traiterons que des conduites en fonte et des ponts en fer, vu qu'en Russie la pratique des chemins de fer n'a permis de compléter que pour ces deux applications les règles dictées par l'art de la construction et par les autres branches de la science des ingénieurs. Les principales conditions techniques à observer pour la rédaction des projets des ouvrages d'art sont énoncées dans :

a) La circulaire du 30 septembre 1882, n° 9853, du ministère des voies de communication; la circulaire complémentaire publiée le 25 novembre 1883, et celle du 10 mai 1888, n° 4549, relatives à l'entretien, à l'établissement et à la reconstruction des conduites en fonte sous les plates-formes des voies ferrées;

b) Les instructions ministérielles des années 1875, n° 54, et 1884, n° 60, concernant les conditions techniques à observer dans l'élaboration des projets de la superstructure des ponts de chemins de fer.

Il faut, de plus, prendre en considération les arrêtés du ministre des voies de communication n° 1 et n° 2 du 18 mars et du 18 décembre de l'année 1890, réglant, en partie, la manière dont doivent être projetés les passages en dessus et en dessous de différents types.

Conduites en fonte. — La circulaire du 30 septembre 1882 pose en principe les règles suivantes :

L'établissement de conduites en fonte ne doit pas être toléré dans des remblais de

plus de 3 sagènes (6.40 mètres) de hauteur, celle-ci étant comptée à partir du bord inférieur du tuyau.

Le débouché de la conduite ne doit pas dépasser 0.50 sagène (1.07 mètre). Pour vérifier, par le calcul, si un pareil débouché suffit, on déterminera, pour chaque cas particulier, l'étendue et la forme du bassin, ainsi que l'inclinaison de ses pentes ; de ces données, on déduira approximativement la masse d'eau qui peut devoir passer par la conduite dans l'unité de temps. (Dans la Russie d'Europe, les pluies les plus abondantes, tombant pendant trois heures consécutives, déposent une couche d'eau de 38 millimètres de hauteur.) Ensuite, connaissant cette quantité maximum, on déterminera, pour une largeur de 0.50 sagène (1.07 mètre), la vitesse nécessaire au débit donné à la sortie dans la goulette. Si cette vitesse dépassait 6 mètres à la seconde, l'établissement d'une conduite en fonte ne serait pas toléré.

En règle générale, la pose de conduites en fonte ne saurait être permise que dans des vallons arides, où l'eau ne coule qu'au printemps ou pendant les grandes pluies. On doit établir sous la conduite un radier en maçonnerie ou en béton dont l'épaisseur et la largeur aillent en augmentant vers l'axe du remblai, comme l'indique le dessin. La moitié inférieure de la surface de la conduite doit adhérer en tout point au radier, afin de ne pas être écrasée par le lit dur sous-jacent. C'est pourquoi, quand on établit une conduite en fonte sur un radier en maçonnerie ou sur la roche, il faut la faire reposer sur un lit de béton (à petit grain), comme on le voit sur le dessin, et la poser avant qu'il ait fait prise, en ayant soin de boucher avec du ciment les cavités qui auraient pu se produire.

La manière de protéger les têtes est figurée sur le dessin. Il faut que la conduite dépasse un peu le remblai : en amont — pour en éloigner le remous; en aval — pour en éloigner le flot qui se précipite à la sortie.

Les rigoles d'accès et d'écoulement doivent être protégées par des perrés. De plus, on doit établir une goulette en bois à la sortie pour emmener l'eau à une distance qui rende impossible tout affouillement de la conduite et du talus. Lorsque la vitesse de l'eau à l'orifice de sortie de la conduite peut atteindre de 3 à 6 mètres par seconde, on doit établir les goulettes en bois sur des pierres sèches retenues par des caissons en bois. Pour empêcher que la conduite en fonte ne vienne à être bouchée par les matières entraînées, il faut enfoncer en demi-cercle, à quelque distance de l'orifice d'entrée, une rangée de forts pieux en bois ou de vieux rails légèrement espacés, et les garnir d'un grillage.

Dans des terrains peu consistants, avant de préparer le lit de la conduite, il faut battre devant la tête d'amont une rangée de palplanches, perpendiculairement à son axe, sur un espace d'au moins 10.67 mètres.

Le diamètre intérieur des tuyaux en fonte doit être de 1.07 mètre, et l'épaisseur des parois de 25 millimètres; chaque tuyau en fonte de 2.14 mètres de longueur doit être cerclé de cinq nervures de 64 millimètres de hauteur et de 25 millimètres d'épaisseur. Les joints des tuyaux sont faits au moyen d'anneaux en fer de 152 millimètres de largeur. Pour permettre un certain jeu entre les diverses parties de la conduite lorsqu'elle prend son assiette, on laisse un intervalle de 12.5 millimètres environ entre

les bouts des tuyaux et de 6 millimètres entre l'anneau et les rebords. Pour empêcher l'écartement des tuyaux, il convient de les relier entre eux de façon que toute la conduite puisse légèrement s'infléchir dans le sens vertical, sans se rompre dans le sens horizontal; on y arrive au moyen d'un assemblage formé de deux colliers en fer réunis par deux boulons, comme l'indique la figure.

Aux joints on interpose du feutre goudronné entre l'anneau et les rebords des tuyaux.

Pour garantir plus complètement le remblai contre l'eau qui pourrait filtrer à travers les joints de la conduite en fonte, il est bon de recouvrir la moitié supérieure de sa surface d'une chape imperméable de béton, d'une épaisseur de 320 millimètres (voir le dessin). Cette chape en béton doit être enduite par-dessus d'une couche d'argile d'environ 10 centimètres, qu'on applique par couches minces successives, en faisant attention de boucher les fissures du béton, si on en rencontre. Puis on passe à la confection du remblai du chemin, en évitant avec soin l'emploi de terres sablonneuses aux abords de la conduite. Du côté d'aval, l'aménagement décrit plus haut suffit à la protection du talus; du côté d'amont, une partie du talus (sur une longueur qui dépend de l'importance du remous) peut être submergée; c'est pourquoi cette partie doit être protégée sur toute la largeur du ravin ou du vallon jusqu'à une hauteur de 1 mètre environ au-dessus du plus haut niveau de la retenue. A cet effet, on protège le talus au moyen d'une couche d'argile en gradins, qu'on gazonne, comme l'indique le dessin.

En vertu de la circulaire du 30 septembre 1882, les Compagnies furent invitées à reconstruire sans tarder toutes les conduites en fonte ayant des tuyaux fissurés. Si la conduite était de petit diamètre produisant un surhaussement répondant à une vitesse du courant de plus de 6 mètres par seconde, mais qu'une ouverture de 1.07 mètre fût suffisante pour que la vitesse à la sortie ne dépassât pas cette mesure, on était autorisé à remplacer l'ancienne conduite par une autre de 1.07 mètre de diamètre. Si l'on renonçait à ce remplacement, on devait substituer à la conduite en fonte un ponceau ou un petit pont, à charge d'établir une voie de déviation et un aqueduc provisoires et de ne procéder à l'exécution du nouvel ouvrage permanent qu'après avoir déblayé l'ancien remblai. L'établissement de conduites en fonte par voie de souterrain n'était permis que dans le cas de conditions locales exceptionnelles, et qu'en vertu d'une autorisation spéciale du gouvernement.

Plus tard, vu la difficulté que présentaient sur certains chemins l'entretien et la réparation des conduites en fonte, quand il fallait s'en tenir strictement aux règles de la circulaire du 30 septembre 1882, celles-ci furent soumises à une revision et remplacées par d'autres, un peu moins rigoureuses, en vertu d'une circulaire du 10 mai 1888, n° 4549; mais, à côté de cela, les prescriptions pour l'établissement de conduites nouvelles, imposées par l'ancienne circulaire, étaient maintenues dans toute leur rigueur. Les allègements ne concernaient que l'entretien en bon état et la reconstruction des conduites déjà existantes. Le mode de surveillance de ces ouvrages était fixé, et on précisait davantage les cas où il était permis de réparer et de reconstruire les conduites en fonte endommagées, sans être obligé de les remplacer par des ouvrages d'un autre

genre, ainsi que les cas où le remplacement d'une conduite en fonte par une autre de même espèce était interdit.

La circulaire du 25 novembre 1883 autorisait la pose de conduites en fonte de 1.07 mètre de diamètre intérieur, sur un radier suffisamment solide et sous des remblais de 6 sagènes (12.84 mètres) au plus, à condition que les parois des tuyaux n'eussent pas moins de 32 millimètres d'épaisseur, que les nervures circulaires ne fussent pas espacées de plus de 406 millimètres et eussent au moins 90 millimètres de hauteur sur 50 d'épaisseur.

La condition de poser les conduites en fonte à nervures sur un lit de béton avait principalement été imposée dans le but d'augmenter la résistance des tuyaux à la disjonction longitudinale, de diminuer les chances d'affouillement du remblai lorsque l'eau passe à gueule bée avec la vitesse de 2 pieds (61 centimètres) par seconde, et d'empêcher la terre de pénétrer à travers les joints défaits. D'autre part, si les conditions locales sont telles qu'elles ne fassent pas prévoir la possibilité du passage de l'eau à pleine section, on peut se contenter de relier les tuyaux au moyen de colliers qui les empêchent de s'écarter. Pour le cas où toutes ces conditions se trouveraient remplies, on autorisa en 1883, à titre d'essai, le chemin de fer de Vilna-Rovno à poser des conduites en fonte sous des remblais ayant au plus 3 sagènes (6.39 mètres) de hauteur sur un radier en argile étanche mêlée de paille hachée. Cette expérience a réussi, vu que, jusqu'à présent, on n'a pas remarqué qu'un seul tuyau se fût crevé, parmi ceux qui ont été posés dans ces conditions.

En 1885, lors de la construction du chemin de fer de Romny-Krémentchouk, on permit de poser des tuyaux du même type et de la même manière sous des remblais de 4 sagènes (8.52 mètres) de hauteur, toutes les fois que la possibilité du passage à gueule bée se trouvait écartée.

Ponts. — On peut classer les superstructures des ponts russes, par rapport aux conditions techniques ayant servi de base à la rédaction de leurs projets, en trois catégories :

La première est celle des ouvrages exécutés depuis le commencement de la construction des chemins de fer jusqu'à l'apparition du premier règlement général de l'Etat, concernant la rédaction des projets de ponts, le 15 juillet 1875.

La deuxième s'applique aux ponts établis depuis la publication du premier règlement général relatif aux ponts métalliques jusqu'à celle du dernier règlement daté du 5 janvier 1884.

La troisième comprend les nouveaux ponts, c'est-à-dire ceux qui ont été construits d'après les règles imposées par les instructions récentes.

Le règlement de 1875 établissait les normes suivantes pour le calcul des ponts métalliques :

I. — Pour le calcul des maîtresses poutres, la surcharge uniforme admise par mètre

courant de simple voie est indiquée pour les différentes parties par le tableau suivant :

Une charge uniforme de	10.75	tonnes pour des travées de		2	mètres de portée.
Id.	8.38	id.	id.	4	id.
Id.	7.65	id.	id.	6	id.
Id.	6.48	id.	id.	8	id.
Id.	5.76	id.	id.	10	id.
Id.	4.89	id.	id.	20	id.
Id.	4.54	id.	id.	30	id.
Id.	4.30	id.	id.	40	id.
Id.	3.97	id.	id.	50 à 80	id.
Id.	3.81	id.	id.	100	id.

II. — Pour déterminer les dimensions des longerons et des poutres transversales, on les supposait soumises à l'effort d'une rangée d'essieux de locomotives chargés de 12 tonnes chacun et espacés de 1,524 millimètres; on prenait pour longueur de poutre la distance entre les centres des montants d'appui.

Le même règlement prescrivait les coefficients de grande sécurité ci-dessous, pour les pièces en fer des poutres et les entretoises, les charges maximums étant exprimées en kilogrammes par millimètre carré de section :

a) Ponts de moins de 15 mètres de portée et petites pièces soumises directement au choc :

Extension et compression (net)	6	kilogrammes.
Cisaillement dans les rivets	6	id.
Effeuillement des tôles verticales	3, 5	id.
Cisaillement des rivets fixant les poutres tranversales aux maîtresses poutres et les longerons aux poutres transversales .	5	id.

b) *Grands ponts de plus de 15 mètres de portée :*

Extension (net)	7	kilogrammes.
Compression (brut)	7	id.

c) *Ponts à petites mailles et à grandes mailles* (*en triangles ou en treillis*) :

Bandes :

Extension (net)	7.25	kilogrammes.
Compression (brut)	7.25	id.

Croisillons :

Extension (net)	7.25	kilogrammes.
Compression (brut)	7.00	id.
Tôles verticales, effeuillement	4.50	id.
Cisaillement des rivets	6.00	id.

d) Entretoisements horizontaux et verticaux :

Extension . . . . 9.00 kilogrammes.
Cisaillement des rivets . . . . . . 7.50 id.

Remarque I. — Le coefficient de compression, applicable aux croisillons, doit varier proportionnellement au rapport de leur longueur à leur plus petite dimension transversale; d'autre part, les croisillons sollicités par une charge moindre que celle de deux panneaux, doivent être calculés par rapport aux charges supportées par les poutres transversales.

Remarque II. — La résistance à la rupture du fer pour rivets doit être de 35 kilogrammes par millimètre carré et, pour toutes les autres pièces, de 31 kilogrammes par millimètre carré dans le sens du laminage et de 28 kilogrammes dans le sens transversal.

L'instruction du 5 janvier 1884 complète, dans ses parties essentielles, celle de 1875 et établit, pour la rédaction des projets de ponts, des bases conformes aux principes de la théorie. La prescription la plus importante est celle qui oblige d'adopter pour le calcul, comme surcharge mobile, une charge équivalente uniformément répartie, pouvant varier avec le mode de répartition des efforts dans la travée. Quant aux calculs, ils sont simplifiés par l'adoption de quatre surcharges, dont deux égales pour la section au droit des appuis et deux différentes pour la section médiane.

Les efforts dans les diverses pièces d'une ferme d'un pont, produits par les charges mobiles, se déterminent en admettant qu'il soit soumis à une charge uniforme équivalente à celle du train figuré sur l'épure A (voir le dessin). Pour déterminer la charge uniforme correspondant au moment fléchissant maximum, on suppose le train composé comme l'indique la figure A. Quand on détermine la charge uniforme correspondant à l'effort vertical maximum, les trois locomotives sont supposées avoir leurs cheminées tournées dans le même sens. La charge par essieu de locomotive est fixée comme suit : pour des travées de 6.5 mètres, 15 tonnes; jusqu'à concurrence de 8.5 mètres (inclusivement), 13.75 tonnes, et pour des portées dépassant 8.5 mètres, 12.5 tonnes.

Les charges mobiles de calcul, déterminées par la section au droit des appuis et la section au milieu d'une travée, sont indiquées par le tableau suivant :

Portée l.	1−2	5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	125	150
K_0	10.7	14.5	8.7	7.4	6.8	6.2	5.9	5.6	5.3	4.8	4.5	4.0	3.8
K	14.2	2.1	7.7	6.0	5.6	5.5	5.3	5.2	5.0	4.7	4.3	3.9	3.8
K' et K'_0 . . .	28.6	18.4	12.4	9.7	8.4	7.2	6.6	6.3	6.1	5.8	5.6	5.2	5.0

K_0 surcharge, répondant aux moments maximums aux abords des points d'appui;
K surcharge, répondant aux moments maximums au milieu de la travée;
K' surcharge, répondant aux efforts tranchants maximums au milieu de la travée;
K'_0 surcharge, répondant aux efforts tranchants maximums aux points d'appui;

Les quantités K_0 et K, K' et K_0' sont données en tonnes par mètre courant, la portée l est exprimée en mètres.

Le règlement de 1884 contient les prescriptions suivantes :

a) On déterminera les moments fléchissants et les efforts verticaux des diverses sections d'une travée en se servant de charges proportionnelles à celles qui sont indiquées au tableau des surcharges pour les sections médianes et aux appuis des travées, en ayant soin, toutefois, de calculer les sections des croisillons pour des efforts au moins égaux à ceux qui sont produits par la charge totale d'un petit panneau.

b) Pour déterminer les efforts supportés par les bandes des poutres de 65 mètres de portée et au delà, il est permis d'adopter une charge mobile unique, commune à toutes les sections de la travée et égale à la moyenne des quantités K_0 et K; pour des portées plus petites, on peut adopter une surcharge commune unique pour un groupe de segments de la travée, dont le nombre peut varier de six à douze. La charge mobile de chacun de ces segments doit être égale à la moyenne des charges des sections extrêmes de ces segments.

c) Un fractionnement analogue de la travée en segments sera aussi admis pour la détermination des efforts supportés par les croisillons.

d) Pour les travées qui ne sont pas indiquées par le tableau, les charges mobiles seront déterminées par interpolations.

e) Pour le calcul, on prendra comme longueur de travée la distance entre les centres des montants d'appui.

f) Quand les traverses en bois [1] sont posées directement sur les semelles des fermes (surtout dans les ponts avec voie en dessus), on prendra en considération l'effort additionnel supporté par les bandes, provenant des inflexions partielles produites par les charges posées sur les traverses comprises entre les points de jonction des panneaux.

k) Pour calculer les dimensions des sections transversales des traverses en bois, des longerons et des poutres transversales, on les supposera soumises à la charge d'un essieu d'une locomotive à huit roues couplées dont les axes sont espacés de 1.448 mètre et produisent chacun un effort de 15 tonnes.

l) Les efforts à supporter par les liens de contreventement provenant de la pression du vent sur les faces latérales des travées, seront déterminés en faisant deux hypothèses et en choisissant le cas le plus défavorable. On supposera :

1° Le pont vide et une pression du vent égale à 235 kilogrammes par mètre carré de superficie;

2° Le pont chargé d'un train et la pression du vent égale à 122 kilogrammes par mètre carré.

m) Les sections transversales des semelles des maîtresses poutres et des poutres

---

[1] Les poutres transversales des ponts métalliques doivent se trouver aux points de jonction des panneaux des maîtresses poutres.

transversales (si celles-ci servent en même temps d'entretoises aux contreventements horizontaux) seront calculées d'après les formules suivantes :

Pour les semelles
$$R = \frac{P + 0.6\,P'}{\Omega}\ (^1) \qquad (1)$$

Pour les pièces du pont
$$R' = \frac{MZ}{I} + \frac{0.5\,P''}{\omega} \qquad (2)$$

R et R' étant les efforts maximums admissibles dans les semelles des maîtresses poutres et des longerons;
P étant l'effort de la charge verticale sur la bande;
P' effort imprimé par le vent sur la bande;
Ω surface de la section de la bande;
M moment fléchissant de la charge verticale sur une poutre transversale;
P'' effort supporté par une entretoise;
$\frac{I}{Z}$ moment de résistance de la section d'une pièce de pont;
ω surface de la section d'une pièce de pont, soumise à un effort de compression.

Remarque. — Les coefficients numériques 0.6 et 0.5 dans les formules (1) et (2) représentent : le premier, le rapport de $\frac{7.25}{12}$; le second, celui de $\frac{6}{12}$, c'est-à-dire le rapport des efforts correspondants de la charge verticale et du vent, tolérés dans la bande de la maîtresse poutre et dans celle d'une poutre transversale.

h) Pour les pièces comprimées des fermes, les coefficients de résistance à la compression, prescrits par la circulaire de 1875, doivent être modifiés suivant le rapport de la longueur des pièces à leur plus petite dimension transversale; de même, dans les pièces soumises à la compression, on ne calculera pas la section transversale brute, mais on défalquera la moitié des trous de rivets; pour les pièces travaillant à l'extension, on déduira tous les trous de rivets.

Remarque. — La qualité du fer forgé devra être telle qu'il puisse répondre aux conditions suivantes : Le fer pour rivets résistera à une charge de rupture de 36 kilogrammes par millimètre carré, et le fer employé aux autres pièces à une charge de 34 kilogrammes au moins, dans le sens du laminage, et à une charge de 28 kilogrammes au moins par millimètre carré transversalement, en prenant les dimensions de la section avant l'épreuve à l'extension. L'allongement du fer des rivets doit être au moins de 18 p. c. à 20 p. c. au moment de la rupture; les échantillons des autres sortes de fer de 200 millimètres de longueur, donneront un allongement minimum de 10 p. c. dans le sens des fibres et de 2 p. c. au moins en travers, sauf les tôles des âmes des fermes, des longerons du tablier et des entretoises, qui donneront 3 p. c. d'allongement dans le sens transversal aux fibres.

---

(1) Dans tous les cas, quand la charge verticale agit seule, la valeur de R ne doit pas dépasser l'effort de grande sécurité stipulé dans la circulaire de 1875, n° 54; l'effort provenant de l'action combinée de la charge verticale et du vent ne doit pas dépasser 7.62 kilogrammes par millimètre carré

Quant au fer fondu, l'instruction du ministère des voies de communication du 15 août 1888 dit ce qui suit, concernant son emploi pour les pièces des ponts :

Le fer fondu peut être employé pour toutes les pièces des ponts, excepté pour les rivets, qui doivent être en fer forgé.

Considérant que les propriétés du fer fondu se modifient quand il a été travaillé, il faut, en le façonnant, observer les prescriptions suivantes :

a) Le fer fondu de toute espèce doit être chauffé à nouveau après le laminage et ensuite refroidi lentement dans le four à recuire ou dans un bain de sable brûlant; au sortir des laminoirs, la température du fer doit être au moins celle du rouge-cerise. Cette opération aura lieu à l'usine même qui aura fabriqué le fer;

Remarque. — Lorsqu'on chauffera une pièce, elle devra être entièrement logée dans le four; celui-ci sera assez vaste pour que toutes les parties de chaque pièce puissent être soumises à une égale action des gaz enflammés.

b) Il est défendu de poinçonner les trous; ils doivent être percés à la mèche;

c) On ne peut façonner les pièces à froid au moyen de cisailles qu'à condition que les pièces ainsi tranchées soient chauffées à nouveau, ou bien que leurs arêtes soient rabotées sur une largeur de 1 $^1/_2$ (un et demi) millimètre;

d) Les quatre arêtes des tôles verticales des bandes des maîtresses poutres, des âmes des longerons et des poutres transversales, ainsi que les tranches des sections transversales des plates-bandes des semelles, des tirants et des cornières, après l'affranchissement des cisailles, doivent toujours être dressées mécaniquement (rabotées ou fraisées) sur une largeur de 1 $^1/_2$ millimètre. Il est défendu d'ébarber les tranches au burin, sauf celles des trous après le perçage, en ayant soin de les adoucir ensuite à la lime;

e) Il faut plier toutes les tôles à chaud, en les laissant refroidir ensuite lentement;

Remarque. — On peut se dispenser de recuire le fer comme il a été dit en *b*, si le cisaillement a eu lieu dans l'intervalle entre le laminage et la première cuisson (voir *a*).

f) Les pièces laminées ne doivent être déposées à chaud ni sur le sol humide, ni sur une plate-forme en maçonnerie ou en métal, mais sur un lit de sable sec.

Pour le calcul des dimensions de la superstructure des ponts en fer fondu, on se servira des coefficients de grande sécurité ci-dessous (les charges maximums sont exprimées en kilogrammes par millimètre carré) :

a) Ponts de 15 mètres de portée et au-dessous, ainsi que tabliers (longerons et poutres transversales) de ponts de n'importe quelle portée.

Résistance à l'extension et compression (net) .	6.50	kilog.	par mill. carré.
Cisaillements dans les âmes verticales . . .	3.75	id.	id.

b) Ponts de 15 à 32 mètres inclusivement.

Extension (net) . . . . Compression (net)	7.25	kilog.	par mill. carré.
Cisaillement dans les âmes verticales . . .	4.25	id.	id.

c) Ponts de plus de 32 mètres de portée, et spécialement poutres principales, à la compression (net et demi-net).

Semelles.	7.75	kilog.	par mill. carré.
Tirants et montants	7.50	id.	id.
Cisaillement dans les âmes verticales . . .	4.75	id.	id.

d) Entretoises horizontales et verticales de ponts de plus de 32 mètres de portée.

Extension (net)	9.50	kilog.	par mill. carré.
Compression (demi-net)	8.50	id.	id.

e) Liens de contreventement horizontaux et verticaux de ponts de portées de 32 mètres et au-dessous.

Extension (net)	9.00	kilog.	par mill. carré.
Compression (demi-net)	8.00	id.	id.

Remarque. — Lorsqu'on emploie conjointement du fer fondu et du fer forgé à un même ouvrage, il faut que chacune de ses parties distinctes soit entièrement exécutée d'une seule espèce de fer, soit fondu, soit forgé.

Sous le nom de parties distinctes, on comprend : les bandes supérieures et inférieures des poutres, les croisillons, les poutres transversales et les longerons du tablier, ainsi que les entretoises.

Le projet de la superstructure doit être dressé conformément à l'instruction ministérielle de 1884, n° 60.

5. — Tablier et parties accessoires des ponts métalliques.

Le tablier des ponts métalliques se compose ordinairement de poutres transversales et de longerons métalliques, sur lesquels sont posés les traverses et les rails. Avec des poutres en tôle, les traverses se posent directement sur les semelles.

Dès l'origine de la construction des ponts en fer à assemblages rivés, lorsqu'on établissait la voie sur des poutres transversales métalliques, celles-ci étaient ordinairement fixées invariablement aux feuilles verticales des bandes des poutres principales. Rarement, dans le cas de la voie en dessus, les poutres transversales étaient posées directement sur les bandes supérieures des maîtresses poutres auxquelles elles étaient alors rivées sur toute la largeur.

River les poutres transversales aux maîtresses poutres, en les logeant entre elles, offre le sérieux avantage de contribuer à la rigidité de l'ouvrage. La poutre transversale complète elle-même le rectangle de la section transversale du pont, tandis que les goussets auxquels elle est fixée et les cornières qui les embrassent rendent la section invariable. Mais ce système a ses inconvénients, bien qu'il nous soit impossible ici de nous lancer dans la description de tous ceux qui proviennent de ce que les pièces de pont sont assemblées sur les fermes au moyen de rivets, ni de déterminer les efforts additionnels qui en résultent.

Les tentatives d'écarter les inconvénients provenant de la solidarité complète entre les poutres transversales et les maîtresses poutres, datent comparativement de loin. Déjà dans le pont de Cologne, sur le Rhin, nous voyons des poutres transversales indépendantes reposant sur des coussinets à charnière. Cependant le système adopté dans ce cas est désapprouvé par des autorités en matière de construction de ponts, telles que les professeurs Winkler, Frenkel, Tetmayer et autres.

En Russie, c'est sur la proposition de M. le professeur Nicolaï que les poutres transversales ont été fixées pour la première fois au pont du chemin de fer d'Ivangorod-Dombrova, sur la Vistule, dont le projet a été fait par M. Yassioukovitch. Dans ce pont, la hauteur des poutres transversales va en diminuant vers les extrémités; elles passent entre les montants et sont rivées à un diaphragme logé à l'intérieur de la bande. Dans ce cas, la pièce de pont ou poutre transversale sert en même temps d'entretoise inférieure.

On trouve un perfectionnement de ce système d'assemblage aux ponts du chemin de fer de Samara-Zlatooust sur les rivières Biélaïa et Oufa, dont les projets ont été faits par M. le professeur Béléloubski, aux ponts du chemin de fer Nicolas sur le Volga, du Niémen à Olita, etc.; *les poutres transversales y reposent librement entre des montants de fermes tubulaires, avec entretoises spéciales, indépendantes des pièces de pont, pour contreventements inférieurs.*

Ce système présente les avantages suivants :

a) Les poutres transversales reposant librement sur deux points d'appui, sont du type des poutres principales du pont, et peuvent être soumises à un calcul exact;

b) Ayant leurs points d'appui dans le plan médian vertical des maîtresses poutres, les poutres transversales leur transmettent leur charge tout à fait uniformément, en la répartissant également sur les deux moitiés de la bande, ainsi que sur les deux branches de chaque tirant et les deux côtés de chaque montant;

c) Les montants tubulaires offrent une bien plus grande résistance à la flexion que ceux du type ordinaire, formés de cornières juxtaposées; aussi, dans les grandes travées, cette résistance peut-elle être notablement diminuée;

d) L'emploi d'entretoises indépendantes pour les contreventements inférieurs permet de les calculer exactement.

Nous donnons un dessin de la section transversale du pont sur le Volga à Tver, avec une pièce de pont à charnière et une autre (à claire-voie) rivée; on a figuré également l'entretoise pour les contreventements et les détails des coussinets pour les poutres transversales à charnière.

Jusqu'en 1888, il n'existait aucune réglementation relative au type à employer pour les sommiers des fermes aux points d'appui en ayant égard à la grandeur de la travée; on s'en rapportait aux ouvrages déjà existants ou aux indications fournies par la pratique. Des règles fixes à cet égard n'ont été établies qu'à une époque relativement récente, par une circulaire du ministre des voies de communication du 13 avril 1888, n° 3809, rédigée dans les termes suivants :

1° Pour atténuer l'effet nuisible des trépidations sur les maçonneries pendant le

passage des trains, dans les ponts de 6.4 mètres de portée au plus, les sommiers en fonte doivent reposer sur des semelles en bois et celles-ci sur des pierres de taille ou des dalles. On assurera l'écoulement des eaux à l'endroit de l'appui des fermes;

2° Des sommiers mobiles sans rouleaux (avec des glissières) seront employés pour les ponts ayant jusqu'à 15 mètres de portée;

3° Pour les ponts de 15 mètres de portée et au delà, on adoptera des sommiers mobiles sur rouleaux;

4° Pour les ponts de plus de 25 mètres de portée, on se servira de sommiers pivotants;

5° Entre les plaques de friction supérieures et les fermes, ainsi qu'entre les plaques de friction inférieures et les assises, on interposera des feuilles de plomb;

6° Les rouleaux seront cylindriques, à section complète (non à pans coupés et sans rebords). On fixera à la plaque supérieure un capot métallique léger pour protéger les rouleaux contre la poussière et la pluie et de manière à permettre de visiter facilement les supports.

On prend, en outre, des mesures pour empêcher les rouleaux de se déplacer perpendiculairement à l'axe longitudinal du pont.

Les rouleaux cylindriques à section complète ont été exigés, parce qu'une longue expérience a démontré que les doubles cadres métalliques, qui réunissent les rouleaux à section incomplète, ne garantissent nullement ceux-ci contre des oscillations susceptibles de les renverser et d'empêcher les axes de remplir leur office. C'est ainsi que dans beaucoup de grands ponts il a fallu remplacer les rouleaux à section incomplète par des rouleaux à section complète, conformes aux prescriptions de la circulaire, ce qui a occasionné des travaux très sérieux et très coûteux.

Les dessins font voir les types usuels de plaques de friction et de sommiers mobiles et fixes pour ponts à grandes ouvertures.

Par rapport aux appareils pour la dilatation des rails, on observe les règles suivantes :

1° L'installation d'appareils pour la dilatation des rails est de rigueur :

a) Sur les ponts à une travée, de 64 mètres de portée et au delà;

b) Sur les ponts à plusieurs travées, dont les portées ont moins de 64 mètres, dans le cas où les sommiers mobiles de deux travées consécutives sont posés sur une même pile, et si la longueur des deux travées ensemble est égale ou supérieure à 64 mètres;

c) Sur des ponts à plusieurs travées dont les portées égalent ou dépassent 64 mètres;

2° Sur les ponts à plusieurs travées, on établit deux paires de sommiers de différente espèce sur une même pile (fixes pour une des travées, mobiles pour l'autre);

3° Quand on dresse le projet d'un appareil régulateur de dilatation, il faut prendre en considération l'allongement maximum de la ferme (c'est-à-dire la longueur de la portée et les limites extrêmes de la variation de température dans le pays).

6. — Conditions d'épreuve et de réception des ouvrages d'art.

Les épreuves et la réception des ouvrages d'art se font, dans chaque cas particulier, suivant les conditions techniques prescrites pour l'exécution des travaux; elles se divisent en deux parties : *a*) épreuves des matériaux dont est fait l'ouvrage, et *b*) épreuves des travées.

Les essais des matériaux ont lieu ordinairement avant de commencer les travaux, ou pendant leur exécution, conformément aux conditions techniques et aux normes prescrites par le gouvernement, soit sur les chantiers, soit au laboratoire mécanique de l'institut des ingénieurs des voies de communication, qui s'occupe des essais des matériaux destinés aux travaux privés, aussi bien qu'à ceux de l'État.

La réception des ouvrages s'effectue par une commission spéciale, composée de représentants de l'administration des travaux et du contrôle de l'État, qui constate la qualité des travaux exécutés et voit si les dimensions coïncident avec celles du projet et répondent aux conditions techniques.

Les travées sont soumises à des épreuves de deux sortes : statiques et dynamiques. L'épreuve statique se fait au moyen d'une charge continue ou de charges partielles concentrées qui se disposent le long de la travée de façon qu'elles produisent dans les différentes pièces du pont des efforts égaux à ceux qui résulteraient de la charge admise pour le calcul du pont. De pareilles surcharges doivent demeurer sur le pont au moins pendant deux heures après l'instant où la flèche de la poutre aura cessé de croître. La flèche permanente qui reste après l'épreuve ne doit pas dépasser $^1/_{50,000}$ de la portée théorique. Pour l'épreuve dynamique, on fait passer sur le pont un train, composé des plus lourdes locomotives du chemin avec leurs tenders pleins, et de wagons chargés, comme l'indique l'épure jointe à l'instruction du ministre des voies de communication du 5 janvier 1884, n° 60. Le train doit se mouvoir avec une vitesse de 20 à 30 kilomètres à l'heure. La flèche temporaire de chaque travée aux épreuves, tant statiques que dynamiques, ne doit pas dépasser $^1/_{1,000}$ de la longueur théorique de la portée.

On dresse un procès-verbal des épreuves, auquel on annexe une épure de la disposition des charges par travée, en indiquant la grandeur et la distance respective de chacune d'elles à une des extrémités de la ferme, par rapport à sa longueur théorique.

Le pont est livré à la circulation si le ministère des voies de communication trouve les résultats des épreuves satisfaisants.

7. - Types et spécimens remarquables d'ouvrages d'art

Les ouvrages d'art qu'on rencontre sur les chemins de fer russes peuvent se rapporter aux principaux types suivants : *a*) aqueducs sous remblais, conduites en fonte et ponceaux; *b*) petits ponts avec superstructure en bois sur culées en maçonnerie; *c*) ponts en fer de divers systèmes et de différentes portées; *d*) travées mobiles; *e*) viaducs métalliques et en maçonnerie, estacades, etc.; *f*) tunnels; *g*) ponts en charpente.

Conduites en fonte. — On pose ordinairement les conduites en fonte de 1.07 mètre (0.50 sagènes) de diamètre quand la superficie du bassin ne dépasse pas 3 kilomètres carrés et sous des remblais dont la hauteur est telle que la semelle du rail soit à 2 ou 2.5 mètres au moins et à 12.8 mètres au plus au-dessus du sol. La manière de poser les conduites en fonte, les dimensions de leurs différentes pièces et les mesures prises pour la protection des talus à leurs abords, ont été indiquées suffisamment en détail plus haut, en citant la circulaire de l'ancien comité d'inspection technique des chemins de fer, du 30 septembre 1882, n° 9853.

Il convient cependant de faire remarquer ici que la pratique a démontré que toutes les fois qu'on a affaire à des bassins d'une petite étendue, les conduites en fonte bien établies sur le sol résistant avec une faible pente, ne présentent aucun danger et sont très avantageuses au point de vue économique. Les conduites en fonte bien posées ne travaillent presque jamais à pleine section pendant les crues du printemps et les grandes pluies de l'été.

Ponceaux — Quand un bassin a plus de 3 kilomètres carrés de superficie et que les remblais sont élevés, il est plus rationnel d'avoir recours à des aqueducs en pierre ou ponceaux. Le débouché des ponceaux varie de 1 à 7 mètres et la hauteur du remblai au-dessus de la clef de la conduite peut atteindre jusqu'à 34 mètres. Sur les chemins de fer russes, on rencontre des ponceaux horizontaux (droits ou biais), en escalier ou en pente avec voûtes en plein cintre ou paraboliques. Les fondations, les culées et les radiers des ponceaux se font généralement en moellons avec mortier de ciment et les faces extérieures sont parementées en pierre de taille. On trouve, du reste, des culées de ponceaux exécutées en briques (chemin de fer Nicolas); les voûtes se composent ordinairement de voussoirs régulièrement taillés ou bien elles sont construites tout en briques.

On remblaie ordinairement les culées par derrière avec de l'argile, jusqu'à hauteur de la naissance de la voûte; on recouvre l'argile de pierraille en guise de drains (ou bien on a recours à un autre mode de drainage) et on ménage l'écoulement des eaux dans le ponceau au moyen de tuyaux en fonte. L'extrados de la voûte est recouvert d'une chape en béton de ciment d'environ 10 centimètres d'épaisseur, sur laquelle on étend une couche de sable de 5 centimètres; on passe ensuite à la confection du remblai, en procédant par petites couches qu'on pilonne.

Chaque ponceau comprend d'habitude plusieurs tronçons distincts. Suivant la profondeur à laquelle il faut descendre pour atteindre le sol résistant, on établit le massif des fondations directement sur le sol ou sur des pilots. Quelquefois le poids de l'ouvrage est transmis aux pilots par l'entremise d'un radier en bois qui les recouvre, d'autres fois par celle d'un massif de béton qui englobe leurs sommets.

Le type usuel d'un ponceau droit horizontal est figuré dans l'atlas. Comme spécimen remarquable d'un ponceau droit horizontal, on peut citer celui de Vérébia, dans le ravin du même nom, sur le chemin de fer Nicolas. Il a été construit en 1881 en remplacement de l'ancien pont du système Howe, lors des travaux de la déviation de la

ligne en cet endroit. L'ouverture de ce ponceau est de 6.40 mètres. La hauteur du remblai au-dessus de la clef est de 34 mètres; la voûte est en plein cintre et a 1.07 d'épaisseur à la clef et 1.05 mètre aux naissances. Les voussoirs sont en granit taillé; les maçonneries de remplissage sont aussi en granit; le ponceau comprend sept tronçons distincts. Les dessins donnent les types des ponceaux inclinés, des ponceaux en gradins et des ponceaux paraboliques. On peut voir des ponceaux inclinés et en gradins sur le chemin d'Oufa-Zlatooust.

Petits ponts. — Les petits ponts de 1 à 3 mètres d'ouverture sont du type représenté par les dessins. Les culées de pareils ponts s'établissent le plus souvent sur un radier général, dont la partie intermédiaire a moins de profondeur que les parties qui supportent les culées. Celles-ci sont exécutées en moellons de ciment, parementés extérieurement, et parfois en pierres grossièrement piquées avec joints horizontaux taillés et pierres d'angles rustiquées. On rencontre aussi des culées de petits ponts en briques. Le type des culées adopté dans les remblais de 5 mètres est celui avec murs en retour; quand la hauteur dépasse 5 mètres, on ménage un évidement cylindrique en queue. La superstructure consiste d'habitude en deux paires de poutres en charpente reposant sur deux semelles en bois placées sur les saillies des culées.

Ponts métalliques de divers systèmes et de différentes portées. — En général, on adopte pour les ponts, dans le cas de remblais de 5 mètres, le type avec murs en retour, et avec évidement cylindrique au bout des culées, — si le remblai a plus de 5 mètres de hauteur; mais on rencontre aussi sur les anciennes lignes des culées de pont avec murs en ailes. Pour diminuer le cube des maçonneries, quand la hauteur dépasse 10 mètres, on évide les culées en queue par des arches, disposées au-dessus du niveau des plus hautes eaux. On peut voir sur les dessins les types de culées les plus répandues.

Pour que les piles des ponts qui traversent des rivières charriant plus ou moins de glaces ne soient pas endommagées par les glaçons, on les arme de brise-glace proportionnés à l'importance du charriage. On peut voir dans l'atlas le type d'une pile en maçonnerie avec brise-glace adopté pour la zone septentrionale de la Russie.

Un grand nombre d'ouvrages sont fondés directement sur le sol résistant naturel, sans que leurs fondations soient protégées par des palplanches ou établies sur un radier de béton. Quand on a affaire à des terrains peu consistants, on a recours à des fondations sur pilotis, recouverts d'un grillage en charpente ou d'un massif en béton, qu'on protège ordinairement au moyen d'une enceinte de pieux jointifs. Les culées et les piles des ponts à grandes portées s'établissent sur fondations par caissons en tôle ou par caissons étanches en charpente et puits de béton. Les puits de fondations en béton ont reçu leur application il n'y a pas très longtemps (de 1887 à 1888), lors de la construction des piles du pont sur la Soula, (chemin de fer de Romny-Krémentchoug). On a établi de la même manière les piles des ponts sur les rivières Tchelbasse, Beïsoug et Abine sur l'embranchement de Novorossiisk du chemin de fer Vladicaucase.

Les parements des supports en maçonnerie des grands ponts sont, le plus souvent, en pierres de taille dures, disposées par assises horizontales régulières; les plinthes, cordons, pierres de sommiers et brise-glace s'exécutent en pierres de taille bien dressées.

On rencontre aussi des supports (surtout des supports intermédiaires) consistant en cylindres métalliques, en fonte ou en tôle, à section généralement circulaire. De pareils supports existent, par exemple, aux ponts de l'Aa sur le chemin de fer de Riga-Toukoum, à ceux du Rion et de la Soupsa sur la section de Batoum du chemin de fer Transcaucasien, à quelques ponts du chemin de fer Vladicaucase et de la section de Pouninetz-Gomel des chemins de fer de Poléssié, sur les rivières Lagne, Slotetch et Ptitch.

Les premiers essais de fondations par l'air comprimé ont été faits en Russie sur le chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie, lors de la construction du pont du Niémen à Kovno, dont les travaux ont été dirigés par M. l'ingénieur Cézanne. Après le pont de Kovno, ont été construits suivant le même procédé les ponts sur la Vistule à Varsovie, sur la Dvina à Dvinsk, sur le Bug, le Nareff et le Livetz. Depuis, les fondations par caissons ont été employées pour tous les ponts importants. Au nombre des travaux remarquables de ce genre appartiennent incontestablement les travaux exécutés pour la construction de deux ouvrages des plus grandioses, le pont Alexandre sur le Volga et celui d'Ecathérinoslav sur le Dniépre.

Sous les ponts, suivant la vitesse des eaux et la nature du sol, on établit des radiers en pavage simple ou double, en fascinages lestés de pierres ou en maçonnerie, ou bien encore on laisse le sol sans revêtement. Les rigoles qui dérivent les eaux des ouvrages ou les font passer par dessous, sont aussi protégées par des pavages, des paniers bourrés de pierres, des perrés et des fascinages. Sur des coteaux escarpés, on a, dans certains cas, amené les eaux des ruisseaux à tomber en cascade le long de gradins formés par des caisses remplies de pierres, ou exécutés en pierre sèche; dans d'autres, on a fait des cunettes maçonnées sur mortier hydraulique.

Dans les ponts d'une portée de 2 à 6 mètres inclusivement, on place sur les pierres de sommier des semelles en bois fixées au moyen de goujons barbelés; sur ces semelles sont assujetties des plaques de fonte, dont l'une des paires est rattachée aux fermes, formant ainsi un sommier fixe. Dans les ponts de plus de 6 mètres de portée, les plaques de friction reposent directement sur les assises; quand la portée est de 8 à 12 mètres, elles y sont fixées par des goujons; sous chaque travée pareille, on établit une paire de sommiers fixes et une paire de sommiers mobiles à glissières. Les ponts de 20 mètres de portée et au delà ont leurs sommiers mobiles sur rouleaux en fonte ou en acier cylindriques, de section complète ou incomplète.

Pour réagir contre le glissement transversal des fermes sous l'action du vent, dans certains ponts de 20 mètres de portée et au delà, on a ménagé des dispositions spéciales.

Les travées des ponts de 2 à 12 mètres inclusivement de portée sont composées le plus souvent de poutres en tôle; celles des ponts à voie en dessus de 15 à 85 mètres de portée,— de poutres à petites mailles avec bandes horizontales, ou à grandes mailles avec

bande inférieure courbe; les travées sont indépendantes ou solidaires les unes des autres (continues). Les poutres des ponts à tablier inférieur, de 20 mètres de portée et davantage, sont généralement à grandes mailles avec bandes horizontales, ou encore paraboliques, demi-paraboliques, hyperboliques (système Schwedler).

On rencontre aussi des ponts à petites mailles avec tablier inférieur.

Nous croyons devoir signaler ici comme particulièrement remarquables les ponts métalliques suivants, des chemins de fer russes :

1° La première place parmi ces ouvrages revient sans contredit au pont Alexandre sur le Volga, près de Syzrane; il a treize travées de 111 mètres chacune, il est à grandes mailles avec bandes droites et tablier en dessous. Les travaux de ce pont ont commencé le 17 août 1876 et il a été livré à la circulation le 20 août 1880. On l'a désigné sous le nom d'Alexandre, en commémoration du vingt-cinquième anniversaire du règne de feu l'empereur Alexandre II. Le projet de cet ouvrage des plus grandioses a été fait par M. le professeur Béléloubski; l'ingénieur en chef fut M. l'ingénieur Bérézine, et l'entrepreneur général des travaux M. l'ingénieur Mikhaïlovski. Les travaux de fondations par caissons ont été exécutés sous la direction de MM. Reimer et Knorre. Le fer des pièces métalliques a été fourni par des usines belges et par l'usine de Briansk;

2° Le pont du chemin de fer Catherine, à Écathérinoslav, sur le Dniépre, ne cède presque en rien au pont Alexandre sous le rapport des dimensions, et occupe par sa longueur la seconde place en Russie; il a quinze travées de 73.50 mètres chacune, est en treillis à grandes mailles et porte deux tabliers, l'un supérieur livrant passage aux véhicules, l'autre inférieur supportant la voie ferrée. Ce pont a aussi été construit d'après le projet de M. le professeur Béléloubski, par M. l'ingénieur Bérézine (de 1881 à 1884). Les pièces métalliques ont été exécutées par l'usine de Briansk;

3° Le pont du chemin de fer Nicolas, sur le Volga, en treillis à grandes mailles avec tablier en dessus et à trois travées de 63 mètres chacune, a été construit en 1887, d'après le projet de M. l'ingénieur Béléloubski, pour remplacer l'ancien pont en charpente du système Howe. Les pièces métalliques ont été livrées par l'usine Poutilov.

Ensuite, parmi les ponts à grandes mailles avec bandes droites et tablier en dessous, il convient de citer ceux de la Dvina occidentale sur le chemin de fer Riga-Boldéra (707 mètres de longueur), du Pripett (320 mètres), du Goryne (267 mètres) et du Niémen (214 mètres), sur le chemin de fer de Vilna-Rovno.

Il faut remarquer qu'en général le type le plus usité sur les chemins de fer russes est celui des ponts en treillis à grandes mailles, avec bandes droites et tabliers en dessous.

Parmi les ponts les plus remarquables à petites mailles, nous citerons :

1° Le pont sur le Dniépre, de 1,068 mètres d'ouverture avec tablier en dessous, sur le chemin de fer de Koursk-Kiev, près de Kiev;

2° Le pont du chemin de fer Nicolas, sur la Msta, un des plus beaux ouvrages du genre. Il a été construit en 1881, en place de l'ancien pont Howe, lors de la rectification de la rampe de Vérébia. Ce pont a cinq travées de 73.5 mètres; à l'étiage, la

semelle du rail est à 43 mètres au-dessus du niveau de l'eau. Les parties métalliques des fermes ont été exécutées par l'usine Harkort en fer forgé sortant de ses propres laminoirs, et montées par elle. Le projet de ce pont a été dressé par M. le professeur Béléloubski;

3° Le pont du chemin de fer de Rybinsk-Bologoé sur le Volga, avec tablier en dessus à quatre travées solidaires, dont la plus grande de 105 mètres.

Parmi les ponts métalliques à grandes mailles avec bande supérieure courbe, il faut citer en première ligne celui de la rivière Biélaïa, sur le chemin de fer de Samara-Oufa, avec des fermes demi-paraboliques et tablier en dessous. Ce pont est composé de six travées de 106.5 mètres. Puis vient le pont de la rivière Oufa, sur le chemin de fer Oufa-Zlatooust, du même système à trois travées de 106.5 mètres; le pont de l'Ingouletz, sur le chemin de fer Catherine, de 310 mètres d'ouverture, avec tablier supérieur à cinq travées, dont quatre à petites mailles de 53 mètres chacune et une de 96 mètres demi-parabolique à grandes mailles, avec bande inférieure courbe. Le pont sur l'Ingouletz, bien que moins grandiose que celui de la Biélaïa, est, par contre, une des plus élégantes constructions du genre en Russie. C'est aussi M. le professeur Béléloubski qui est l'auteur des projets des ponts de la Biélaïa, de l'Oufa et de l'Ingouletz.

Les fermes hyperboliques du système Schwedler ont trouvé leur application en Russie dès la construction des premiers chemins de fer; c'est ainsi que les fermes du pont du canal de ceinture à Saint-Pétersbourg, sur la ligne de Tsarskoé-Sélo, sont de ce système. Des ponts de ce type furent exécutés vers 1870, d'après les projets de M. le professeur Béléloubski, aux chemins de fer de Moscou-Brest sur la Bérésina — (trois travées de 53 $^1/_3$ mètres), sur le Niémen et l'Izora, ainsi qu'au chemin de fer de Kozlov-Voronège-Rostov sur la rivière Kalitva, avec 64 mètres d'ouverture.

Dans ces derniers temps, sur les chemins de fer de l'État russe (sur la proposition de M. le professeur Nicolaï), on a eu recours, pour les ponts métalliques à tablier en dessous, à des fermes paraboliques du type usuel, avec panneaux composés simplement de deux croisillons reliant les extrémités de deux montants verticaux. Ainsi ont été construits le pont du Dniépre sur la section de Louninets-Gomel des chemins de fer de Polćssié, composé de quatre travées de 76 mètres chacune, et ceux de la Vélikaïa et de l'Egel sur le chemin de fer de Pskov-Riga, le premier comprenant trois travées, le second une seule de 64 mètres.

Comme spécimen de ponts à consoles, nous avons en Russie le pont de la rivière Soula, sur la ligne de Romny-Krémentchoug. Ce pont mérite une attention particulière à cause du système de ses supports et de ses poutres de rive; c'est le seul ouvrage de ce genre en Russie et le second en Europe. Ce système de pont, appliqué pour la première fois au chemin de fer de Rostock (Prusse septentrionale), a donné de bons résultats. Il a été recommandé pour le chemin de Romny-Krémentchoug par M. Béléloubski; le projet des fermes a été dressé par M. l'ingénieur Proscouriakov.

On pourra facilement se rendre compte, dans chaque cas particulier, de l'avantage que présente, au point de vue de la défense, l'application de ce système comparativement aux autres, en calculant, d'une part, l'économie qu'il permet de réaliser sur les fon-

dations et les maçonneries, et, de l'autre, le poids des consoles, qui, par exemple, dans le cas considéré, est d'environ 100 tonnes.

La superstructure du pont de la Soula se compose d'une poutre continue à deux travées solidaires de 67 mètres chacune, avec deux bouts en porte-à-faux (consoles) de 18 $^3/_4$ mètres de longueur chacun, buttant directement contre le remblai, sans l'intermédiaire de culées, et réunis à la plate-forme au moyen de deux longerons spéciaux de 4.80 mètres de longueur (poutres d'aboutement).

Ces dernières sont supportées du côté des consoles par une poutre transversale, sur laquelle elles sont assemblées avec un certain jeu, et du côté du remblai par des paliers métalliques sur lesquels elles s'appuient par l'intermédiaire de vis de pression, permettant de régler leur hauteur pour un tassement de 30 centimètres. Le palier repose sur un prisme de rocaille qui transmet l'effort des longerons à la plate-forme du remblai à raison de 25 grammes par centimètre carré. La superstructure des travées intermédiaires, ainsi que celle des consoles, se compose de deux maîtresses poutres de 7.50 mètres de hauteur, avec des bandes droites en caisson reliées par des croisillons formant triangles. Les montants (sauf le sixième et le septième) servent uniquement à supporter le tablier et les semelles des poutres principales.

Les fermes sont espacées l'une de l'autre de 4.80 mètres et réunies entre elles par des croix de Saint-André verticales et des contreventements supérieurs et inférieurs, se composant de diagonales tendues, d'entretoises comprimées et des bandes.

Les longerons, directement soumis aux chocs, reposent sur les poutres transversales.

Les poutres transversales extrêmes, établies plus haut que les autres, sont les seules sur les âmes desquelles soient assemblées, comme d'habitude, les longerons.

La superstructure métallique du pont pèse 605.53 tonnes et a été exécutée par l'usine de Briansk. Les maîtresses poutres et les croisillons sont en fer fondu, les rivets en fer forgé, les coussinets en acier.

Pour plus de clarté, nous donnons la photographie de cet ouvrage remarquable par l'originalité de sa construction.

Nous donnons également les photographies (à petite échelle) des ponts Alexandre sur le Volga, de Catherine sur le Dniépre, de Tver sur le Volga, et des ponts de la Bélaïa et de l'Ingouletz.

Travées mobiles des ponts. — Parmi les ponts de chemins de fer ayant des travées mobiles pour livrer passage aux bateaux mâtés, on peut citer les suivants :

Le pont du Don à Rostov sur le chemin de fer de Vladicaucase, celui de la Dvina occidentale à Riga sur le chemin de Riga-Boldéra, celui de la Chélogne sur le chemin de fer à voie étroite de Novgorod et, enfin, le pont du chemin de fer Nicolas sur le Volkhov. Les travées mobiles des quatre premiers ponts sont du type ordinaire mus par un mécanisme actionné à bras.

Le nouveau pont-levis roulant est à deux voies et se compose pour chacune d'elles de deux parties indépendantes, celle d'arrière et celle d'avant. Elles consistent, la première, en un chariot A, la seconde, dans le pont roulant proprement dit (voir le

dessin). Comme l'indique la figure, sur la plate-forme en maçonnerie sont établies, dans le sens de la longueur du pont, deux voies coupées perpendiculairement par une troisième; cette dernière sert à ranger de côté les chariots d'arrière, et les premières à faire rouler les fermes du pont lui-même jusqu'à la culée, à la place des chariots écartés.

La partie du pont roulant, logée sur la culée quand la travée est fermée, est plus courte que celle qui la recouvre — aussi ces deux parties sont-elles équilibrées par un contrepoids disposé en G à l'arrière des fermes.

L'originalité de ce pont consiste en ce qu'à l'état fermé de la travée mobile, les fermes du pont et les chariots reposent sur des appuis fixes en fonte. Au moment d'ouvrir le pont pour livrer passage aux bateaux, on commence par affranchir les appuis des poutres principales en soulevant celles-ci à une certaine hauteur, au moyen d'un mécanisme spécial consistant en une combinaison très réussie d'un coussinet à excentrique et d'une vis sans fin; au moyen d'une crémaillère, on amène en même temps au contact des rails les roues de la partie roulante. Le pont est muni de signaux électriques spéciaux.

Toutes les pièces métalliques de la travée mobile, ainsi que son mécanisme, ont été exécutées par l'usine Poutiloff, d'après le projet de M. l'ingénieur Navrotski. Tous les appareils et les dispositions pour les signaux sortent des ateliers des frères Procopé, à Saint-Pétersbourg, et ont été projetés par MM. les ingénieurs technologues Chafranko et Protacévitch.

Viaducs en maçonnerie et en fer, estacades, etc. — Parmi ces ouvrages d'art, nous pensons qu'il convient de citer :

1° Le viaduc de Krestovski, livrant passage à la chaussée de Moscou à Yaroslavl et coupant quatorze voies du chemin de fer Nicolas à la gare de Moscou. Il a sept travées et 77 mètres entre les culées. Le tablier métallique supportant la chaussée se compose, pour chaque travée, de deux paires de poutres en tôle à âme pleine, ayant 10.50 mètres de longueur dans les cinq travées intermédiaires et 12.60 mètres dans celles de tête. Des piles métalliques à claire-voie servent de supports intermédiaires entre des culées en maçonnerie. La plate-forme du viaduc est à 7.50 mètres au-dessus de la semelle des rails des voies passant en dessous, la largeur du tablier avec les trottoirs est de 12 mètres, celle des trottoirs, 3.6 mètres. Les pièces métalliques ont été exécutées par l'usine métallique de Saint-Pétersbourg, d'après le projet de M. Béléloubski. L'élévation de l'ouvrage est représentée par la figure 12 de la planche qui s'y rapporte.

Les autres viaducs métalliques dignes d'attention sont ceux de Graf et de Camychloff sur le chemin de Lozovo-Sébastopol. Le premier se compose de trois travées de 30.5 mètres, le second de huit travées semblables. La partie supérieure des piles de ces viaducs est métallique en treillis à grandes mailles, et a 22 mètres de hauteur; la partie inférieure est en maçonnerie et s'élève à 8 mètres au-dessus de terre. La superstructure de ces deux viaducs se compose de fermes à claire-voie en treillis à petites mailles, avec tablier en dessus de 28.4 mètres de portée.

2° Les viaducs en maçonnerie de la ligne qui contourne le col de Sourame, franchis-

sant les vallées des deux rivières Tchtili et Tsipa. Le premier viaduc (celui de Zvar) a une longueur de 77.28 mètres et est à double voie; le second (à double voie également), de 129.4 mètres de longueur, réunit les deux côtés de la Tsipa et laisse passer en dessous la voie du chemin de fer Transcaucasien, la rivière Tsipa et la chaussée de Géorgie et d'Iméritie qui courent parallèlement en se serrant les uns contre les autres dans l'endroit le plus étroit de la passe.

Ces viaducs sont en maçonnerie, parce qu'ils ont été établis dans des courbes de 214 mètres de rayon, suivant une rampe de 0.0235. Dans ces conditions, ce sont les ouvrages de cette nature qui offrent le plus de solidité et de stabilité, et répondent le mieux aux circonstances locales. L'ouverture des arches, dans les deux viaducs, est de 10.67 mètres, l'épaisseur de la voûte est de 90 centimètres à la clef et de 1.175 mètre aux naissances, dont le niveau est à 1.60 mètre au-dessus du centre de l'arc de cercle. Le couronnement des piles est en pierre de taille, ainsi que toute la partie en dessus jusqu'aux naissances, les joints de l'imposte étant normaux à ces derniers. Le remplissage des reins est exécuté par couches convergentes. Les eaux d'infiltration sont recueillies sur les chapes des remplissages et amenées à la douelle.

Les maçonneries de remplissage des reins sont limitées par des plans tangents à l'extrados inclinés d'un sixième. Les chapes de ciment des voûtes sont protégées par une couche d'asphalte de 25 millimètres d'épaisseur. La pierre ayant servi aux remplissages, exécutés exclusivement en mortier de ciment, est le porphyre; les chaînes horizontales en pierre de taille ménagées dans les supports, ainsi que les voussoirs, sont en calcaire de Béjatouban.

Nous donnons la photographie d'un de ces viaducs, celui de Tsipa, prise en cours d'exécution.

3° Enfin nous croyons devoir dire quelques mots des estacades reliant les magasins de la ligne avec les quais, à Odessa et à Novorossiisk.

La Compagnie du chemin de fer de Vladicaucase a construit à Novorossiisk trois appontements en bois, s'avançant en mer jusqu'à une profondeur de 7.50 mètres, disposés perpendiculairement à la côte et espacés de 150 mètres les uns des autres. La longueur de ces appontements atteint 278 mètres, leur largeur variant de 17 à 21.40 mètres, de sorte que le long de chacun d'eux peuvent venir s'amasser quatre bateaux à la fois, deux de chaque côté, le plus rapproché de la berge pouvant caler 4.80 mètres et passant en avant si son tirage l'exige. De cette façon, le long de ces trois appontements, douze vapeurs peuvent stationner en même temps. Des trois appontements, deux sont du type ordinaire à un étage, supportant quatre voies et douze aiguilles, permettant de faire manœuvrer et d'assortir les wagons sur l'appontement même et d'y former des trains entiers pour les bateaux; le troisième (en estacade) est à deux étages, l'étage inférieur supporte deux voies, l'étage supérieur en porte quatre, communiquant entre elles au moyen d'aiguilles. A leur extrémité se trouve un chariot mobile permettant de faire passer des wagonnets d'une voie à une autre. L'étage inférieur ainsi que les deux autres appontements, sont reliés par des voies aux stations d'en bas et d'en haut; l'étage supérieur n'est relié qu'avec la station supérieure au

moyen d'une estacade de 536 mètres de longueur, dont 335 sont en maçonnerie représentant un viaduc avec des arches de 8.54 mètres d'ouverture, et 196 mètres sont en charpente. La longueur totale de l'estacade avec l'appontement est de 800 mètres, la semelle du rail étant à 11.10 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Pour plus de clarté, nous donnons une photographie de ces ouvrages remarquables.

Aux ouvrages de ce genre se rattache l'estacade en charpente de l'embranchement de chemin de fer menant au port d'Odessa. Cette estacade a 3,900 mètres de longueur; elle a été construite de 1873 à 1874, soit douze ans avant celles de Novorossiisk; elle supporte deux voies et se compose de travées égales de 8.27 mètres à contre-fiches sur palées. Aux passages des rues, elles reposent sur des culées en maçonnerie dans lesquelles on a ménagé des logements pour les gardiens.

Tunnels. — Grâce à la configuration particulière du pays, on ne rencontre de tunnels en Russie que sur six lignes, savoir :

1° Sur la ligne de Saint-Pétersbourg à Varsovie, deux tunnels : celui de Panar, de 426.80 mètres de longueur, à la verste 665, et celui de Kovno, d'une longueur de 1,280 mètres, situé aux verstes 753 et 754, près de la station de Kovno. Ces deux souterrains traversent des collines argileuses, le premier à 31.26 mètres, le second à 26.30 mètres de leurs sommets. Le tunnel de Kovno suit, sur une certaine longueur, une courbe de 604 mètres de rayon. Ses pieds-droits sont exécutés (emplissage et parements) en moellons avec mortier hydraulique, sa voûte est en brique. Le tunnel de Panar est entièrement en brique;

2° Sur la ligne transcaucasienne, près de la station de Poni, un tunnel de 3,980 mètres qui a été inauguré récemment et qui traverse les monts Sourame. Il est situé sur la nouvelle rectification faite afin d'éviter la rampe de 0.046 suivie par la ligne à cet endroit. C'est la difficulté que présentait l'exploitation de cette section du chemin, surtout depuis l'accroissement du mouvement provenant de la réunion de la mer Noire et de la mer Caspienne par une voie ferrée, ainsi que de l'établissement d'embranchements, qui a forcé de percer ce tunnel à travers la chaîne du Sourame. On avait d'abord supposé qu'on aurait affaire à de la roche dure de basalte, mais ces craintes n'ont pas été justifiées, et le tunnel a été percé dans des roches relativement tendres, qui ont dû être parementées. Par l'établissement du tunnel, la cote de la plate-forme de cette partie de la ligne a été abaissée de 157 mètres et est maintenant de 775 mètres au-dessus du niveau de la mer Noire. Les parements du tunnel sont en pierres grossièrement piquées, et il n'y a que les voussoirs à la clef qui soient régulièrement taillés;

3° Sur l'embranchement de Novorossiisk du chemin de fer de Vladicaucase, deux tunnels, un grand et un petit. La cote de la plate-forme du grand tunnel est de 221.60 mètres ; il a 1,197 mètres de longueur. Le rocher qu'il traverse s'élève à 96 mètres au-dessus.

Le tunnel est projeté pour deux voies, mais l'une d'elles n'est pas complètement déblayée. Le revêtement n'a été nécessaire que pour protéger les conglomérats contre

l'action de l'air. Les parements des pieds-droits sont en moellons calcaires grossièrement piqués et posés sur mortier de ciment; ceux de la voûte, sur environ un sixième de sa longueur, sont en brique et, sur le reste, en moellons schisteux. Des niches, espacées de 106.70 mètres les unes des autres, sont disposées le long des pieds-droits.

Le petit tunnel de 378.60 mètres de longueur est à proximité du grand. La cote de sa plate-forme au-dessus du niveau de la mer est de 184.25 mètres. Ce souterrain a, en plan, la forme d'un S et a été exécuté dès l'origine pour deux voies;

4° Sur le chemin de fer de Lozovo-Sébastopol, à la verste 552, les monts Mékenza sont percés par quatre tunnels, d'une longueur totale de 1,492 mètres et, à la verste 561 près d'Inkermann, on trouve encore deux tunnels ayant ensemble 520 mètres de long. Tous ces souterrains, sauf le grand, sont revêtus en pierre d'Inkermann;

5° Sur le chemin d'Ivangorod-Dombrovo, entre les stations de Cenndzichef et de Mékhoff, on trouve un tunnel à une voie, revêtu en brique. Sa longueur est de 798.50 mètres et il supporte une masse de terre argileuse dont le point culminant est à 57.65 mètres au-dessus.

Sur le chemin de fer de l'Oural, on rencontre quelques tunnels de peu d'importance, dont le plus considérable se trouve à la verste 22 de l'embranchement de Lounieff et a 142 mètres de longueur. Il traverse des couches argileuses et rocheuses. La couche de terre qui le recouvre a, au maximum, 12.80 mètres. L'épaisseur de la voûte dans les terrains argileux est de 1.07 mètre et de 81 centimètres sous le roc. Il suit en partie une courbe de 319 mètres de rayon et est à une voie. Les pieds-droits ont été exécutés en moellons avec parements en pierre de taille, le voussoirs sont en pierre de taille bien dressée.

Ponts en charpente. — L'état actuel de l'industrie du fer fait que les ponts en charpente à grande portée ont acquis en général, malgré l'abondance, la qualité supérieure et le bas prix du bois de construction en Russie, un caractère d'ouvrages provisoires. On trouve cependant encore aujourd'hui, dans certains cas, avantage à en établir, en vue d'accélérer la marche des travaux de construction de chemins de fer, surtout quand l'expédition des pièces métalliques présente de grandes difficultés par suite de la grande distance des usines métallurgiques. Tel a été le cas, par exemple, pour le chemin Transcaspien, tel est celui de la ligne en construction dans la Sibérie occidentale. Mais, en tout cas, lorsque l'on construit de nos jours des ponts en charpente d'une certaine longueur, on évite d'avoir recours aux poutres à claire-voie. On établit de préférence des ponts composés de travées de 2 à 8.50 mètres formées de longerons en bois reposant sur des palées. Parmi les ponts de ce genre, on peut citer le pont d'un kilomètre de longueur du chemin de fer Transcaspien sur l'Amou-Daria. Sur la ligne de la Sibérie occidentale, il est question de construire près de 2,500 mètres courants de ponts en charpente avec longerons de 2 à 32 mètres de portée.

Quant aux ponts en charpente, avec fermes à claire-voie du système Howe, existant encore actuellement, nous pouvons en citer trois à Saint-Pétersbourg sur l'embranchement de Kalachnikoff du chemin de fer Nicolas, dont deux sur la rivière Tchernaïa

Riétchka et un sur le canal de ceinture. Ces ouvrages ont été restaurés en 1880 et sont parfaitement entretenus. Des ponts en bois ont également été conservés sur des embranchements d'autres lignes.

8. — Consolidation des ponts. — Substitution des ponts en fer aux ponts en charpente sur le chemin de fer Nicolas.

Nous avons déjà dit plus haut qu'on pouvait ranger les ponts métalliques en trois catégories, comprenant :

La première, les ponts établis depuis le commencement de la construction des chemins de fer jusqu'à la promulgation par le gouvernement du premier règlement général concernant les projets de ponts, le 18 juillet 1875;

La deuxième, les ponts établis depuis le premier règlement général jusqu'à celui paru le 5 janvier 1884;

La troisième, les nouveaux ponts, c'est-à-dire ceux qui ont été construits d'après les prescriptions des dernières instructions ministérielles.

Par suite de la mise en vigueur de ces nouvelles instructions, prescrivant des surcharges plus fortes pour le calcul, les ponts de la première catégorie durent être considérablement consolidés. Ainsi, les différentes pièces des poutres pleines en tôle se trouvèrent trop faibles et on constata l'absence complète de liens de contreventement diagonaux; on découvrit que les ponts à claire-voie (à petites mailles et petits panneaux) avaient des tabliers trop faibles et des tirants pas assez solidement reliés aux bandes, et que les feuilles de ces dernières n'étaient pas toujours découpées. Ce qui caractérisait surtout les ponts de cette catégorie était l'absence de rouleaux de dilatation, même dans ceux d'assez grande portée.

Au sujet des ponts de la seconde catégorie, il convient d'observer que, par suite des nouvelles surcharges imposées, les pièces du treillis sont soumises à des efforts plus considérables que celles des bandes. On a constaté que les maîtresses poutres les plus faibles étaient celles de 18 à 50 mètres, et surtout celles de 30 mètres. En sorte que, parmi les ponts de cette catégorie, ceux de 2 à 12 mètres, c'est-à-dire avec poutres en tôle à âme pleine, satisfont encore en grande partie aux prescriptions actuelles, ceux de toutes les portées sans exception, en treillis, réclament la consolidation des différentes pièces des maîtresses poutres, et ceux de 18 à 50 mètres de portée nécessitent, en outre, le renforcement des bandes. Dans les travées de plus de 50 mètres, même en tenant compte des conditions actuelles du mouvement, les semelles n'ont jamais à supporter l'effort maximum fixé. Conformément à ce qui précède, on poursuit activement sur tous les chemins de fer russes ces travaux de consolidation des ponts, et on trouve quelquefois avantage, au point de vue économique, à remplacer toute l'ancienne superstructure par une autre complètement neuve au lieu d'en renforcer les différentes pièces. Le gouvernement insiste énergiquement sur la rapide exécution de ce travail, pour que les ponts soient le plus tôt possible mis en état de répondre à toutes les conditions de sécurité qu'exige le mouvement; dans beaucoup de cas même, il vient en aide aux

chemins en leur faisant des avances de fonds sous forme d'emprunts remboursables à longue échéance.

La substitution des ponts métalliques aux ponts en charpente doit aussi être considérée comme faisant partie du travail de consolidation. Elle a été pratiquée sur le chemin de fer Nicolas sur une échelle comparativement très vaste.

Le chemin de fer Nicolas, inauguré en 1851, a existé pendant dix-sept ans sans que ses ouvrages d'art aient subi de réparations capitales (sauf quelques exceptions). D'une part, l'abondance du bois de construction en Russie et, de l'autre, l'économie qu'elle permet de réaliser, l'usage encore peu répandu du fer pour l'exécution d'ouvrages d'art vers 1840, ont fait que les constructeurs du chemin ont franchi les vallons des rivières Vérébia et Skhodnia, ainsi que la Msta, le Volkhoff, la Tvertsa, la Chocha et un grand nombre d'autres petites et moyennes rivières, au moyen de ponts en charpente du système Howe perfectionné. Cependant, malgré les avantages que présentait ce système sous le rapport de l'économie et de la facilité de l'entretien, il ne garantissait pas une exploitation ininterrompue, comme l'incendie du pont de la Msta l'a surabondamment prouvé.

Le trafic de cette ligne, qui réunit les deux capitales de l'Empire, ayant pris un développement considérable, a exigé qu'on mît la voie à l'abri de toute possibilité d'accidents pouvant occasionner la moindre interruption dans les communications. Lorsque l'État confia l'exploitation de la ligne à la Grande Société des chemins de fer russes, c'est ce motif qui attira son attention sur la nécessité de remplacer les ponts en charpente par des ouvrages plus solides en matériaux incombustibles et ne se décomposant pas à l'air.

Outre les ponts en charpente à longerons, la ligne entière comprenait soixante ponts, grands et moyens, du système Howe, et un pont en arc.

La plus grande difficulté que présenta la reconstruction de ces ponts fut naturellement celle de maintenir la continuité de la circulation; on arriva cependant à la surmonter, et, en ce moment, ce travail peut être considéré comme terminé. La reconstruction des ponts s'est poursuivie sans interruption depuis 1870, et on est en train cette année de remplacer le dernier pont en charpente du chemin de fer Nicolas sur le canal de Kolpino. Le mode de reconstruction a été étudié par M. le professeur Béléloubski; c'est aussi lui qui a dressé les projets des nouvelles superstructures métalliques de tous les ponts refaits jusqu'en 1882. Depuis cette époque, un ralentissement s'est produit dans le travail, et, sauf les petits ponts à longerons en bois dont le remplacement constitue un travail courant, on n'a construit que deux grands ponts, l'un sur le Volga, à Tver, dont le projet est dû à M. Bélóloubski, l'autre sur le canal de ceinture à Saint-Pétersbourg, d'après le projet de M. l'ingénieur Navrotzky. La construction de ce dernier pont présenta cela de particulier qu'il fallut élargir les culées de plus de 2 mètres, parce qu'on remplaça l'ancien à tablier supérieur par un autre à quatre voies inférieures.

Nous recommandons aux personnes qui voudraient prendre connaissance des procédés employés pour remplacer les ponts en charpente par des ponts en fer, sur le

chemin de fer Nicolas, de lire l'article que M. le professeur Béléloubski a publié à ce sujet dans le journal du Ministère des voies de communication en 1872.

Nous ferons encore remarquer que certains ponts du système Howe, bien entretenus, ont duré, sur le chemin de fer Nicolas, près de trente ans.

9. — Entretien et réparation des ouvrages d'art.

L'entretien des ouvrages d'art peut se subdiviser en réparations courantes et en réparations capitales. Aux réparations courantes il convient de rapporter l'entretien en bon état des pavages, cunettes et cônes, la restauration des bandeaux des ponceaux, ainsi que celui des parements des piles et des culées, le renouvellement des pièces des ponts en charpente, celui du platelage en bois, le goudronnage de ce dernier, le vernissage des fermes métalliques, le remplacement des rivets desserrés, etc. Parmi les réparations capitales de ces ouvrages, il faut compter les travaux de construction des piles en voie d'exécution sur quelques anciennes lignes, et ceux de restauration fondamentale des parties dégradées par les crues du printemps et les pluies torrentielles. Une année particulièrement malheureuse sous ce rapport a été celle de 1882, pendant laquelle a eu lieu la fameuse catastrophe de Koukouiéff (30 juin 1882), et ont été endommagés nombre d'ouvrages d'art, surtout de conduites en fonte, à la suite de quoi il a fallu remplacer celles-ci par des ponts ou des ponceaux.

La majeure partie des travaux de reconstruction des culées des ponts a été nécessitée par la détérioration des maçonneries, due à l'action combinée de la gelée et d'un asséchement incomplet de l'arrière-partie des culées, lesquelles, toutes les fois que l'épaisseur de leurs murs de fondation était trop faible, finissaient par s'incliner en avant. Souvent la reconstruction des supports en maçonnerie a aussi été imposée par l'insuffisance de débouché des ouvrages et par les affouillements de leurs fondations produits par les eaux du printemps.

La surveillance générale de l'entretien des ponts et des autres ouvrages est confiée en Russie à des chefs de section. Pour veiller au bon état des pièces métalliques des ponts, les chefs de section ont à leur disposition des contremaîtres et des ajusteurs spéciaux, dont le nombre est réglé, pour chaque ligne ou une de ses sections, d'après celui des ponts et le poids de leurs travées, et à raison de 16.38 tonnes de pièces métalliques au maximum par homme. Sur certaines lignes, il y a, en outre, des ateliers spéciaux dépendant du service de l'entretien, pourvus de tous les outils nécessaires aux réparations des fermes métalliques des ponts. A ces ateliers sont attachés des contremaîtres experts et des brigades d'ouvriers exercés, qu'on envoie sur la ligne en cas de besoin.

Un atelier de ce genre, mais monté sur un assez grand pied, existe, à Saint-Pétersbourg, au chemin de fer Nicolas. Il a été aménagé pour la fabrication des ponts neufs. Dans l'espace de quatre ans et demi, de 1878 à 1883, cet atelier a livré 105,731 pouds de pièces métalliques, pour une somme de 299,980 roubles, ce qui fait une moyenne de 2 r. 37 cop. par poud (16.240 kilogrammes). Puis fonctionnant à de grands intervalles, pour des causes indépendantes

de son organisation, il a fourni quarante grands et petits ponts, représentant ensemble un poids de 60,000 pouds, plus 100,000 pouds formés par des attaches pour rails et par les combles de quatre ateliers de l'usine Alexandrovski. On y a aussi construit un pont d'une précision d'exécution remarquable pour franchir le canal de ceinture à la deuxième verste du chemin de fer Nicolas, sans compter qu'un grand nombre d'autres petits travaux y ont été exécutés. En somme, il a permis de réaliser, frais généraux compris, une économie de près de 20 p. c. sur les prix ordinaires des usines.

Une instruction spéciale, approuvée par M. le ministre des voies de communication le 16 juin 1878, établit des règles uniformes pour l'inspection et les épreuves périodiques des ponts de chemins de fer, ainsi que pour la surveillance de ces ouvrages. Cette instruction prescrit, entre autres, de visiter en détail chaque année tous les ponts au commencement du printemps, et de passer la visite minutieuse des points d'appui sur les piles et les culées au moins une fois par mois pendant l'hiver. On doit, de plus, inspecter deux fois par an les pièces en charpente du tablier, et avoir soin de les changer en temps utile. Afin de constater la solidité et le degré de sécurité que présentent les pièces métalliques des travées, on les éprouve au moyen de surcharges statiques et dynamiques, et les épreuves doivent se répéter au moins tous les trois ans, sauf pour les ponts qui donnent aux essais des résultats douteux relativement à la solidité de la superstructure; pour ceux-là, les épreuves doivent être répétées annuellement.

Sur les chemins à grand trafic ayant un grand nombre de ponts, il est permis de s'en tenir aux épreuves dynamiques. Les expériences périodiques sont accompagnées de la détermination préalable de l'exhaussement des fermes. Après les épreuves, on compare les flèches obtenues avec celles qui sont prévues pour les travées de dimensions données, et on voit, en examinant en même temps les résultats de l'inspection de la superstructure, quels sont ceux des ponts qui doivent être soumis à des épreuves annuelles et triennales. Indépendamment de l'inspection générale annuelle détaillée et des épreuves périodiques, on doit veiller constamment pendant toute l'année à l'entretien en bon état des ponts, et, si on remarque quelque lésion sérieuse, on procède immédiatement à leur réparation, sans attendre les travaux de réparation générale de l'été.

Au service de la voie incombe encore, outre le soin de veiller constamment au bon état des conduites en fonte et des remblais qu'elles supportent, de tenir un journal spécial de l'état de ces ouvrages et de tous les travaux concernant leur entretien. Aux époques où l'eau afflue en masse dans les conduites, on observe et on enregistre la hauteur du remous, ainsi que le degré de limpidité de l'eau en amont et en aval de la conduite, pour savoir si les remblais ne sont pas affouillés à l'intérieur. On visite également l'intérieur des conduites après les crues du printemps, et, après chaque pluie exceptionnellement abondante qui aurait produit un remous en amont, on porte au journal le résultat des observations. Une réglementation très complète, concernant la surveillance et l'entretien des conduites en fonte, a été établie par une circulaire du ministre des voies de communication, du 10 mai 1888, n° 4549, qui indique en même temps les mesures préventives à prendre contre les dégradations de ces ouvrages d'art par les eaux du printemps et les crues subites, ainsi que le moyen de les préserver pendant l'hiver.

Pour avoir une notion exacte des dépenses d'entretien et de restauration des ouvrages d'art, il faudrait, vu la grande variété de ces ouvrages, reprendre les dépenses faites pendant une longue période d'années, en les classant par espèce. Or, en ce moment, cela n'est pas possible, et il faut nous borner à une courte période, sans procéder par classement. Si nous considérons l'année 1890, pour laquelle on a déjà arrêté le compte des dépenses de toutes les lignes, nous voyons que l'entretien et la restauration des ouvrages d'art, les passages à niveau exceptés, reviennent, chaque année, aux chemins de fer russes, en tout à 2,098,188 roubles, soit 77 r. 7 cop. en moyenne par verste pour le réseau entier; c'est au chemin de Pskov-Riga, livré à l'exploitation en 1889, qu'on trouve la plus faible dépense, à raison de 48 copecks par verste, et au chemin de Varsovie-Téréspol la plus forte, soit 339 r. 8 cop. par verste. Les lignes qui dépensent plus de la moyenne de l'ensemble du réseau sont : Moscou-Koursk (84.06), Riga-Dvinsk et Riga-Boldéra (93.36), Dvinsk-Vitebsk (96.10), Lozovo-Sébastopol (102.82), l'Oural (115.78), Moscou-Nijni-Novgorod (124.59), l'embranchement du chemin de fer Nicolas menant au port (129.26), Griazi-Tzaritzine (154.30), Saint-Pétersbourg-Varsovie (159.86), Nicolas (160.89), Varsovie-Vienne (198.37), Orel-Vitebsk (232.95), Orenbourg (274.45) et Varsovie-Térespol (339.08); toutes ces lignes sont dotées de nombreux ouvrages d'art.

La somme de 2,098,188 roubles représente environ 4 $1/2$ p. c. de la somme totale dépensée pour le service de la voie et des bâtiments de l'ensemble des chemins de fer russes.

La longueur totale des chemins ci-dessus désignés, dont les dépenses d'entretien et de restauration des ouvrages d'art monte à plus de 77 r. 7 cop. par an, comprend 7,258 verstes, ce qui fait 27 p. c. de la longueur du réseau entier des chemins de fer russes en 1890.

CHAPITRE III

Superstructure.

---

1. — Caractère général du système de superstructure.

Par A. TCHERNIAVSKY

INGÉNIEUR

Considérations générales. — Lorsque l'on commença la construction des chemins de fer en Russie, les ingénieurs allemands avaient déjà admis comme un fait établi la supériorité du rail Vignoles. A cette époque, les rails étaient soumis à une charge moindre que celle qu'on leur fait supporter aujourd'hui, et cette opinion paraissait très bien fondée. Elle fut d'autant plus volontiers acceptée par le gouvernement russe, que les États-Unis d'Amérique, où quelques-uns de nos ingénieurs étaient allés, vers 1840, étudier la question des chemins de fer, avaient également adopté ce type de rail. Le rail Vignoles de cette époque était d'assez faible section; il avait 20 pieds de longueur et reposait sur six traverses supportées à leur tour par des longrines posées sous le rail. Ce système fut bientôt abandonné; on supprima les longrines et on augmenta en revanche le nombre des traverses. La voie reposait presque partout sur un lit de ballast formé généralement d'une couche supérieure de pierres concassées ou de gros gravier, et d'une couche inférieure de sable.

A l'origine, on fixait les rails aux traverses au moyen de coussinets en fonte; ensuite on les fixa aux traverses à l'aide de crampons en interposant dans certains cas des selles en fer.

En Russie comme partout ailleurs, on fit d'abord usage de joints supportés dans des coussinets en fonte ou assemblés par des éclisses avec boulons et écrous, et l'on fit ensuite les joints en porte-à-faux avec emploi d'éclisses simples ou, plus tard, façonnées.

Actuellement, le système de superstructure généralement adopté en Russie sur toutes les voies ferrées, sauf celles des villes, est la voie Vignoles. Elle a même été

adoptée dans certaines villes pour les tramways, comme étant la plus commode et présentant le plus de sécurité.

LARGEUR DE LA VOIE ET DE L'ENTRE-VOIE. — L'ingénieur autrichien Gerstner, constructeur du chemin de fer de Tsarskoé-Sélo, entraîné sans doute par l'engouement du célèbre ingénieur anglais Brunel et d'autres constructeurs en Europe pour la voie large, insista pour qu'on donnât une largeur de 6 pieds ou de 1.83 mètre à cette ligne. Plus tard, on construisit le chemin de fer de Varsovie-Vienne avec un écartement de 4 $^3/_4$ pieds ou de 1.449 mètre, le même que celui du réseau autrichien auquel elle aboutissait. Pour le chemin de fer Nicolas, on adopta une largeur de voie de 5 pieds anglais ou de 1.52 mètre. Déjà à l'époque où s'achevait la construction de cette dernière ligne, on avait reconnu en Angleterre l'inconvénient de donner des écartements différents aux divers chemins d'un pays : c'est ce qui fit adopter la largeur uniforme de 1.52 mètre pour tout l'empire de Russie. On a maintenu cet écartement pour le chemin de fer Transsibérien en construction.

Le mouvement qui se produisit vers 1860, d'abord en France, puis en Angleterre, en faveur de la construction de chemins de fer à voie étroite, eut également son effet en Russie. C'est ainsi qu'en 1870 furent construites trois lignes de ce genre, celles de Novgorod, de Vologda et de Livny, avec un écartement de 3 $^1/_2$ pieds ou de 1.07 mètre. Ensuite furent établis avec un écartement de 3 pieds ou de 0.91 mètre la ligne d'Oboyane et tout un réseau, d'utilité privée, désigné sous le nom de chemins de fer Maltsev.

La question de la voie étroite ne fut plus soulevée ensuite pendant dix ou douze ans. Elle l'est de nouveau en ce moment. Les voies d'accès du chemin de Koursk-Kiev et la ligne d'Ouralsk (allant de Saratov à la ville d'Ouralsk), qu'on est en train de construire, auront une largeur de voie de 1 mètre (ou 3.28 pieds), et comme nous l'avons dit auparavant, les études de la ligne de Kazan à Malmyge se font en prévision du même écartement. Enfin, il n'y a pas longtemps, on a inauguré près de Saint-Pétersbourg le chemin d'Irinov, qui a une largeur de voie de 75 centimètres.

Il est certain que la question de la voie étroite est arrivée à l'état de maturité en Russie, mais que les principales lignes à construire se feront encore pendant longtemps à l'écartement de 1.52 mètre.

Lors de l'établissement du chemin de fer Nicolas, on a donné 6 pieds ou 1.83 mètre de largeur à l'entre-voie; mais en construisant les autres lignes on a porté cette dimension à 7 pieds ou 2.13 mètres. Sur le chemin Nicolas, l'entre-voie aux stations, qui était à l'origine également de 6 pieds (1.83 mètre), fut aussi portée à 7 pieds (2.134 mètres) vers 1870. Sur toutes les lignes construites de 1870 à 1890, on lui a donné une largeur de 1.50 sagène (3.20 mètres) et même davantage.

Par suite de l'augmentation des dimensions du matériel roulant admis actuellement à circuler sur les chemins de fer russes, l'entre-voie de 6 pieds (1.83 mètre) a été reconnue insuffisante et la Grande Société des chemins de fer russes, qui exploite le chemin Nicolas, a été invitée à l'élargir d'un pied (0.305 mètre).

SURÉCARTEMENT DE LA VOIE ET SURHAUSSEMENT DU RAIL EXTÉRIEUR DANS LES COURBES. — Sur certaines lignes, on augmente l'écartement dans les courbes dans les proportions ci-dessous indiquées :

POUR UN RAYON DE		ÉLARGISSEMENT.		POUR UN RAYON DE		ÉLARGISSEMENT.	
Sagènes.	Mètres.	Sagènes.	Mètres.	Sagènes.	Mètres.	Sagènes.	Mètres.
100	213	0.0075	0.016	350	747	0.0025	0.005
125	267	0.0060	0.013	400	854	0.0020	0.004
150	320	0.0052	0.011	500	1,067	0.0016	0.003
200	427	0.0035	0.007	600	1,280	0.0013	0.0025
250	534	0.0030	0.006	750	1,601	0.0010	0.002
300	640	0.0027	0.0055				

Pour des rayons plus grands que 750 sagènes, on n'admet pas de surécartement. Sur certaines lignes, on ne tolère pas d'augmentation de la largeur de la voie pour des rayons supérieurs à 500 sagènes (1,067 mètres); sur d'autres même on ne le pratique que pour des rayons inférieurs à 250 sagènes (534 mètres).

Le surhaussement du rail extérieur déterminé par la formule ordinaire $h = \frac{e V^2}{g R}$ (h étant le surhaussement du rail, e la largeur de la voie d'axe en axe des rails, V la vitesse du train, g l'accélération de la pesanteur et R le rayon de la courbe), pour la vitesse maximum admise sur les chemins de fer russes, on prend les valeurs suivantes :

Pour des rayons	$R = 1,000$ sagènes ou 2,134 mètres.		Surhaus-sements	$h = 0.67$ pouces	ou 7	millimètres.
	$R = 500$ id.	1,067 id.		$h = 1.33$ id.	34	id.
	$R = 300$ id.	640 id.		$h = 2.23$ id.	57	id.
	$R = 150$ id.	320 id.		$h = 4.46$ id.	114	id.

Jusqu'à présent, les ingénieurs russes ne sont pas encore d'accord en ce qui concerne les avantages des valeurs adoptées pour le surhaussement et le surécartement.

2. — Ballast.

Par A. TCHERNIAVSKY

INGÉNIEUR

Sur les chemins de fer russes, comme partout ailleurs, le ballast est généralement étendu en deux couches; mais, comme nous l'avons dit plus haut, la couche supérieure, dont l'épaisseur varie de la demi-hauteur à la hauteur entière des traverses, est souvent formée de ballast plus gros. Quand on a construit le chemin Nicolas, on a recouvert, sur presque toute la longueur de la ligne, la couche inférieure de ballast d'une couche de granit concassé. Mais lors de l'établissement des autres lignes, on a trouvé un pareil ballast trop coûteux et on s'est servi pour la couche supérieure de gros gravier. Après l'achèvement de la plupart des lignes construites, on remarqua que le gros gravier finissait par se mélanger avec le sable fin de la couche inférieure, qui,

soulevé par le mouvement des trains, pénétrait dans les boîtes à graisse et faisait souvent chauffer les essieux. D'autre part, lorsque la couche de ballast inférieure est découverte, elle est entamée par le vent et par la pluie et demande à être sensiblement renforcée (il faut de 5 à 6 sagènes cubiques ou 48.59 à 58.30 mètres cubes par verste). Quoi qu'il en soit, sur beaucoup de lignes on emploie encore toujours le gravier pour la couche supérieure, par raison d'économie. Quelques chemins cependant, tels que celui de Saint-Pétersbourg à Varsovie (entre Saint-Pétersbourg et Gatchina), et ceux de Moscou-Nijni-Novgorod, de Koursk-Kharkov-Azov et de Vladicaucase, ont recouvert la plate-forme de leurs voies principales de pierres concassées.

Au chemin de Koursk-Kiev, qui traverse une région où il y a peu de pierres propres au ballast, on s'est servi, lors de la construction, de briques concassées.

D'après le règlement, la couche de ballast doit avoir, sur les chemins à écartement normal, une largeur en couronne de 1.70 sagène (3.62 mètres) pour une voie et de 3.65 sagènes (7.87 mètres) pour deux voies; sur les lignes à voie étroite à une voie, de 3.5 pieds (1.07 mètre) d'écartement, cette largeur est de 1.143 sagène (2.43 mètres). La couche de ballast a ordinairement 0.25 sagène (0.53 mètre) d'épaisseur, soit 0.18 sagène ou 0.38 mètre pour la couche inférieure et 0.07 sagène (0.15 mètre) pour la couche supérieure. Dans ces conditions, il faut pour les chemins à écartement normal à simple voie de 245 à 250 sagènes cubiques (2,328 à 2,425 mètres cubes) de ballast par verste, et pour les lignes à double voie, de 449 à 455 sagènes cubiques (4,355 à 4,414 mètres cubes), soit 70 sagènes cubiques pour la couche supérieure dans le premier cas, et 136 dans le second.

Sur la plupart des lignes, on n'a étendu la seconde couche de ballast que plusieurs années après leur mise en exploitation. D'autres lignes, comme celle de Bender à Galatz construite pendant la guerre de 1877, furent même livrées à la circulation avec un ballast inférieur unique et n'ayant qu'une épaisseur de 0.08 sagène (0.17 mètre), soit la moitié de la dimension voulue. Les règles relatives aux lignes d'accès exigent une épaisseur minimum de ballast de 0.06 sagène (0.13 mètre) sous les traverses à l'endroit des rails. Les conditions techniques relatives au chemin de fer Ouest-Sibérien prescrivent une épaisseur de 0.15 sagène (0.32 mètre) pour la couche inférieure avec une largeur de 1.40 sagène (2.98 mètres) en couronne.

Le chemin de fer de Tsarskoé-Sélo fut livré à la circulation en 1837 sans aucun ballast, et il continua à être exploité dans ces conditions jusqu'en 1876, année où fut posée la seconde voie. Il a donc existé sans ballast pendant trente-neuf ans. Lorsqu'on procéda au ballastage, on découvrit sous les traverses une grande quantité de galets qui avaient évidemment servi à consolider la voie lors de sa réfection. Même jusqu'à présent, il n'y a pas sur cette ligne de couche supérieure de ballast; par contre, celle qui existe et qui arrive jusqu'à la semelle des rails se compose de sable à gros grains d'excellente qualité.

Sur certaines lignes, qui ne possèdent pas de ballast inférieur d'aussi bonne qualité ni de ballast supérieur en quantité suffisante, on complète ce dernier entre les files de rails avec du sable employé pour la couche inférieure. Sur d'autres chemins encore, on fait la

même chose, mais en ayant soin de recouvrir toute la superficie du ballast d'une mince couche de pierraille d'une épaisseur équivalente à la hauteur de deux rangées de pierres concassées, et on laisse uniquement à découvert un sentier de 0.30 à 0.60 mètre de largeur au milieu de chaque voie.

On peut juger de l'importance de la dépense du ballast supérieur sur les différentes lignes, par le tableau ci-après, formé d'après leurs comptes rendus pour 1890 :

Numéros d'ordre.	DÉSIGNATION DES LIGNES.	Longueur exploitée ([1]).	Dépense totale.	Dépense par verste.
		Verstes.	Roubles.	Roubles.
1	Donetz	667	834	1.25
2	Moscou-Yaroslav	555	567	1.58
3	Catherine	491 (556)	843	1.79
4	Koursk-Kiev	439	1,972	4.49
5	Sud-Ouest	2,614 (2,354)	11,760	4.96
6	Orel-Griazi	289	1,803	6.24
7	Moscou-Nijni-Novgorod	426	2,565	6.25
8	Varsovie-Térespol	369	1,692	8.46
9	Kozlov-Voronège-Rostov	780	8,228	10.29
10	Novotorjok	243	1,322	10.33
11	Griazi-Tzaritzine	698	7,356	10.45
12	Moscou-Koursk	512	7,845	15.59
13	Lozovo-Sébastopol	644	10,916	16.98
14	Mitau	127	2,460	19.37
15	Riazan-Kozlov	198	4,380	22.11
16	Saint-Pétersbourg-Varsovie	1,207	34,526	28.60
17	Ivangorod-Dombrova	452	13,916	30.72
18	Nicolaïev	609 (604)	29,201	47.94
19	Varsovie-Vienne	463	24,561	53.28
20	Riga-Toukoum	54 (60)	3,009	54.70
21	Koursk-Kharkov-Azov	763	42,158	55.18
	Total	12,600 (12,406)	211,912	17.08

(1) Les chiffres entre parenthèses indiquent la longueur moyenne exploitée.

Le prix de la sagène cubique de ballast en gravier varie de 8 à 15 roubles et la sagène cubique de granit concassé revient de 20 à 30 roubles ([1]).

(1) La sagène cubique équivaut à 9.718 mètres cubes, et la verste à 1,067 mètres.

3. — Traverses.

Par Vl. HERZENSTEIN
INGÉNIEUR

Sur les chemins de fer russes, on n'emploie que des traverses en bois. Des traverses métalliques ont été posées à titre d'essai et en quantité très restreinte d'ailleurs sur deux ou trois lignes, celle de Koursk-Kiev entre autres. En dehors de toutes ses précieuses qualités, le bois offre l'avantage d'être jusqu'à présent à si bon marché, comparé à n'importe quel métal ouvré, que même dans les régions les plus déboisées, dans la Transcaspienne, par exemple, la superstructure métallique ne pourrait supporter la concurrence des traverses en bois, eu égard surtout aux mesures qu'on s'apprête à prendre pour augmenter la durée de celles-ci.

Les traverses sont en bois de pin, de chêne, de sapin, de mélèse et de hêtre; toutefois, ces deux dernières essences ne s'emploient que très rarement, celle-ci à cause de son peu de durée quand le bois n'est pas injecté, celle-là à cause de sa cherté (à l'état vierge).

Sur les lignes à écartement normal, on a adopté pour les traverses des voies principales les types stipulés dans les circulaires du ministère des voies de communication.

Sur les voies de garage, on pose des traverses qui diffèrent un peu des dimensions réglementaires ou qui, bien qu'ayant déjà servi pendant un certain temps sur les voies principales, se trouvent en bon état et ne sont retirées que par suite d'une réfection générale.

Le département des chemins de fer exige que les traverses injectées, qu'elles soient de chêne ou d'autres essences, employées sur les voies principales, ainsi que toutes les traverses destinées aux lignes sur lesquelles passent au moins six trains par jour dans chaque sens, aient une longueur de 1.25 sagène (2.67 mètres). Les traverses en chêne vierge ou en essences résineuses injectées, doivent être recouvertes de ballast lorsque celui-ci est de bonne qualité (gravier ou *pierrailles*), mais de manière à permettre la visite des crampons. Quand le ballast est défectueux et que les traverses sont vierges ou d'une essence peu résistante, il est permis de ne pas les recouvrir de ballast, mais il est spécialement prescrit de tasser celui-ci dans les intervalles jusqu'au niveau supérieur des traverses.

Voici le nombre de traverses par rail de différentes longueurs sur la plupart des chemins de fer : rails de 28 pieds (8.54 mètres) — 13 traverses; de 24 p. (7.32 m.) — 10 traverses; de 22 p. (6.71 m.) — 9 traverses; de 20 p. (6.10 m.) — 8 traverses; de 18 p. (5.49 m.) — 7 traverses ; de 15 p. (4.57 m.) — 6 traverses.

Le prix des traverses en bois des lignes à écartement normal varie de 36 copecks à 1.60 rouble (chemin de fer Transcaspien) pour les traverses en pin, et de 60 copecks à 1.40 rouble pour les traverses en chêne.

Quant aux traverses des chemins de fer à écartement réduit, il n'existait pas jusqu'en ces derniers temps de règles spéciales; le règlement récemment promulgué relativement

aux lignes d'accès à voie large et à voie étroite, stipule : que la surface d'appui de la traverse doit pouvoir transmettre au ballast l'effet exercé par l'essieu le plus chargé du matériel roulant, à raison de 1 poud (16.38 kilogrammes) par pouce carré, au maximum; que les traverses doivent dépasser l'arête extérieure de la semelle du rail au moins de 15 centimètres, et que l'épaisseur des traverses des chemins de fer à voie étroite doit être, au minimum, de 4 pouces et $^1/_4$ (110 millimètres).

Eu égard à ce qu'on emploie le plus souvent des traverses d'essences peu dures, on y fixe généralement les rails au moyen de crampons (à section rectangulaire), en employant très rarement des tire-fond (chemin de Vladicaucase entre autres) pour les traverses en chêne.

Les traverses d'essences tendres offrent relativement peu de résistance à l'arrachement des crampons par les rails qui sont constamment sujets à des déplacements verticaux pendant la marche des trains (fouettement du rail). La préparation des traverses d'essences résineuses, à l'aide d'hydrocarbures, remédie à ce défaut en permettant l'emploi des tire-fond au lieu de crampons.

Dans le but de supprimer ce même inconvénient, on a essayé sur certaines lignes de poser les voies en employant des crampons triangulaires et hexagonaux; les premiers ont donné de bons résultats et les seconds de mauvais.

D'après les comptes rendus des chemins de fer pour 1890, l'approvisionnement des traverses revient de 123 à 410 roubles par verste.

Numéros des groupes.	Nombre de lignes.	LIGNES FAISANT PARTIE DE CHAQUE GROUPE.	Longueur exploitée (¹).	Dépense totale.	Dépense par verste.
			Verstes.	Roubles.	Roubles.
1	9	Samara-Slatooust, Catherine, Yaroslav-Vologda, Novgorod, Ivangorod-Dombrova, Mourom, Chouïa-Ivanovo, Oural et Libau-Romny	4,545 (4,460)	543,907	123.47 (de 38.41 à 156.77)
2	9	Novotorjok, Mitau, Donetz, Sud-Ouest, Rybinsk-Bologoé, Koursk-Kiev, Moscou-Yaroslav, Lodz et Vistule.	3,266 (5,006)	909,466	181.67 (de 173.92 à 203.10)
3	9	Orenbourg, Moscou-Nijni-Novgorod, Dvinsk-Vitebsk, Kharkov-Nicolaïev, Saint-Pétersbourg-Varsovie, Poléssié, Moscou-Brest, Kozlov-Saratov et Orel-Vitebsk . . .	6,792	1,483,402	218.30 (de 203.83 à 237.11)
4	9	Fastov, Riga-Dvinsk, Riga-Toukoum, Griazi-Tsaritzine, Riazan-Kozlov, Vladicaucase, Baltique, Varsovie-Térespol, Kozlov-Voronège-Rostov	4,137 (4,143)	1,158,538	279 63 (de 250.36 à 337.19)
5	8	Lozovo-Sébastopol, Transcaucase, Koursk-Kharkov-Azov, Orel-Griazi, Moscou-Koursk, Moscou-Riazan, Nicolas et Varsovie-Vienne	4,503 (4,498)	1,851,964	409.51 (de 339.45 à 596.96)
5	44	Total. . .	25,243 (24,899)	5,277,277	211.94

(¹) Les chiffres entre parenthèses indiquent la longueur moyenne exploitée.

La dépense en traverses par verste de ligne dépend évidemment non seulement de leur prix et du nombre de voies, mais encore de l'essence de bois employée ainsi que du mouvement des trains, qui est la cause directe de l'usure mécanique des traverses.

La durée du service des traverses sur les voies principales est très courte en Russie. Celle des traverses en chêne varie de 6 à 7 ans et atteint rarement 8; les traverses en pin durent de 4 à 5 ans, parfois même 3 $^1/_2$; le sapin ne résiste que 2 $^1/_2$ à 3 années et rarement 4. Or, comme les voies principales du réseau russe ont une longueur totale de 35,000 verstes (37,345 kilomètres) avec 50 millions de traverses, on est obligé d'employer annuellement, rien que pour l'entretien de ces voies, environ 13 millions de traverses, ce qui représente une coupe de 25,000 déciatines (26,300 hectares) de bon bois de construction. Il faut remarquer que ce calcul ne comprend ni les traverses des voies de garage, ni celles des lignes nouvelles; leur nombre peut être évalué à environ 4 millions, ce qui représenterait encore 8,000 déciatines de bois, soit en tout l'immense superficie de 33,000 déciatines (35,000 hectares). Une destruction de forêts tellement insensée, entraînant inévitablement beaucoup de désastres pour la population, ne devait pas manquer d'éveiller l'attention du ministère des voies de communication et des Administrations de chemins de fer, et depuis dix ou quinze ans on s'est résigné à prendre diverses mesures pour augmenter la durée des traverses.

A cet effet, pour augmenter la résistance des traverses à l'usure mécanique, on pose des platines métalliques sous la semelle des rails (type Vignoles) et on augmente la section des traverses. On a même essayé (sans cependant arriver jusqu'à présent à des résultats définitifs) de retourner les traverses demi-rondes pour offrir à la semelle du rail une surface d'appui aussi grande que possible et diminuer ainsi la pénétration du rail dans la traverse.

Pour préserver les traverses en bois de la pourriture, on les imprègne de matières antiseptiques; jusqu'à présent, on n'a employé à cet effet que le chlorure de zinc. L'injection d'une traverse (en pin ou sapin), y compris l'amortissement du capital de premier établissement du chantier de préparation, coûte de 24 à 29 copecks, suivant la force de la solution et le genre de chantiers; elle augmente la durée des traverses au moins du double (sur la ligne de Nijni-Novgorod, où les premières traverses injectées ont été posées en 1877, la proportion des traverses mises hors de service jusqu'aujourd'hui a été de 40 p. c.).

Sur certaines lignes (Transcapien, Transcaucasien, Vladicaucase), quelques sections méridionales du chemin de fer de Sébastopol, du Sud-Ouest, etc.), les traverses demandent à être protégées plutôt contre le fendillement que contre la pourriture; on y arrivera probablement dans peu de temps, par l'adoption du procédé de conservation du bois par les hydrocarbures antiseptiques.

Il existe déjà, depuis 1887, au sein de la section des chemins de fer de la Société impériale technique de Russie, une commission spéciale pour l'étude de la question de la conservation des bois; cette commission procède actuellement à des expériences très détaillées sur la résistance, à toute espèce d'efforts, des traverses de diverses essences tant vierges qu'imprégnées de différentes matières antiseptiques. La commission se

propose, de plus, d'entreprendre toute une série d'expériences pour la conservation des bois, dans le but spécial de pouvoir utiliser pour traverses des essences (bouleau, tremble, etc.), qui ne peuvent pas être employées à l'état vierge à cause de la rapidité de leur décomposition par la pourriture. On a, de plus, l'intention de se livrer à une série d'essais systématiques sur la résistance des traverses de différentes essences injectées de divers antiseptiques, à la déformation de la voie causée par l'arrachement des crampons ou des tire-fond.

4. — Rails.

Par le professeur L. NICOLAÏ

Considérations générales. — Comme on l'a vu dans ce qui précède, on a employé sur les chemins de fer russes, dès l'origine (1837), exclusivement des rails du type Vignoles, qui d'abord étaient en fer. Puis on essaya de faire usage des rails en fer avec champignons en acier, tentative qui ne donna pas de bons résultats, et après laquelle on se décida à poser des rails en acier sur les sections de voie les plus difficiles. Enfin, en 1874, on généralisa l'emploi de ces derniers rails.

Dans les premiers temps, on commandait des rails de 20 pieds (6 10 mètres) de longueur, tout en admettant un certain pour-cent de rails de 18 à 15 pieds (5.49 à 4.58 mètres). Ensuite on passa à 24 pieds (7.32 mètres) de longueur, et plus tard encore, dans le but de rendre le mouvement des voitures plus doux et de réaliser une économie sur la dépense des attaches, on adopta le rail de 28 pieds (8.54 mètres), en tolérant pour chaque lot une certaine quantité de rails plus courts, dont le nombre ne devait cependant pas représenter plus de 10 p. c. du nombre total. En 1892, le ministère des voies de communication autorisa le chemin de Moscou-Jaroslav à poser 2 verstes (2,134 mètres) de rails en acier (type de 23.83 livres par pied courant), de 35 pieds (10.68 mètres) de longueur, reposant sur 14 traverses.

On peut juger de ce que coûte actuellement l'entretien des rails par le tableau ci-après, dressé d'après les comptes rendus de 1890.

Dans ce tableau, la présence, dans un même groupe, de lignes différant beaucoup entre elles par l'importance de leur trafic, — comme par exemple dans le premier groupe, les chemins de Novgorod et Catherine; dans le deuxième, ceux de la Baltique et de Moscou-Koursk; dans le troisième, ceux de Mourom et de Kozlov-Voronège-Rostov; dans le quatrième, ceux de Novotorjok et Nicolas, et dans le cinquième, ceux de Chouïa-Ivanovo et de Moscou-Riazan, — démontre clairement que les rails travaillent dans des conditions les plus différentes sur les divers chemins de fer russes. En réalité, la proportion des rails remplacés dépend, en Russie, du profil du chemin, de la qualité du ballast, du système de la superstructure, des conditions climatériques, du métal dont sont faits les rails, ainsi que du genre et de la valeur du procédé même de fabrication.

Nos des groupes.	Nombre de lignes.	LIGNES FAISANT PARTIE DE CHAQUE GROUPE.	Longueur exploitée (1).	Dépense totale.	Dépense par verste.
			Verstes.	Roubles.	Roubles.
I	9	Novgorod, Samara-Zlatooust, Polèssié, Ivangorod-Dombrova, Orenbourg, Catherine, Transcaucasien, Rybinsk-Bologoé et Koursk-Kiev	5,474 (5,334)	113,697	21.31 (de 0.10 à 89.08)
II	9	Baltique, Moscou-Yaroslav, Fastov, Yaroslav-Vologda, Koursk-Kharkov-Azov, Griazi-Tsaritzine, Moscou-Koursk, Dvinsk-Vitebsk et Sud-Ouest.	6,288 (6,028)	904,062	149.97 (de 91.02 à 195.55)
III	9	Kharkov-Nicolaiev, Kozlov-Saratov, Oural, Vistule, Orel-Vitebsk, Vladicaucase, Kozlov-Voronège-Rostov, Mourom, Donetz	5,942	1,341,523	225.77 (de 199.30 à 298.60)
IV	9	Lodz, Riazan-Kozlov, Orel-Griazi, Moscou-Brest, Varsovie-Vienne, Libau-Romny, Nicolas, Novotorjok et Lozovo-Sébastopol	4,711 (4,761)	2,003,491	420.81 (de 300.32 à 498.49)
V	6	Moscou-Riazan, Saint-Pétersbourg-Varsovie, Moscou-Nijni-Novgorod, Mitau, Riga, Dvinsk et Chouïa-Ivanovo . .	2,405	1,369,286	569.35 (de 518.55 à 1,031.34)
5	42	Total. . .	24,820 (24,470)	5,732,059	234.24

(1) Les chiffres entre parenthèses indiquent la longueur moyenne exploitée.

Rails en fer. — Comme pendant la période de la création des premiers chemins de fer en Russie, il n'y avait pas, dans le pays, d'usines pour la fabrication des rails, les directions des différentes Compagnies étaient obligées de faire leurs commandes à l'étranger. Quoique l'usine bien connue de Nijné-Taguilsk, des Dómidov, dans l'Oural, et l'usine de Kamsk-Votkine (gouvernement de Viatka), de l'État, aient commencé vers 1860 à laminer des rails en fer, d'une part, la production insuffisante de ces usines situées aux confins orientaux de la Russie d'Europe et sevrées de toute communication avec le réseau ferré pendant six mois de l'année, et, de l'autre, la grande quantité de rails et leur bon marché relatif à l'étranger, furent cause que l'on continua en Russie à employer en majeure partie des rails de provenance étrangère. De même, l'usine de Hughes (de Novorossiisk), qui est située dans le bassin du Donetz et qui commença à fonctionner vers 1870, ne fut pas en état d'influer sensiblement sur l'importation des rails en fer. Les contrées qui en fournirent le plus sont : la Belgique, l'Angleterre, la France et en partie l'Allemagne. On peut estimer à 90 millions de pouds la quantité de rails en fer étrangers importés en Russie.

Pour ce qui concerne le type des rails, on peut dire qu'il fut très varié. En général,

les premiers rails en fer pesaient 25 livres par pied courant (37.37 kilogrammes par mètre courant); ils avaient une faible hauteur et une âme d'une grande épaisseur et un champignon large, le rapport de la hauteur à la largeur du patin était un peu supérieure à 1. On observe ensuite une tendance progressive à diminuer l'épaisseur de l'âme et à augmenter la hauteur, en portant son rapport à la largeur du patin à 1.20 environ. La grande variété des rails des chemins de fer russes s'explique en partie par ce fait, que chacun d'eux, en faisant ses commandes, choisissait un des types courants de l'usine à laquelle il s'adressait et que celle-ci avait généralement ses modèles propres. De plus, jusqu'en 1880, la plupart des lignes ont été construites par des Compagnies privées, guidées dans le choix des rails par des considérations d'économie, tandis que, de son côté, l'État n'avait d'autre intérêt que de veiller à ce que les rails satisfissent à toutes les conditions de sécurité.

Néanmoins, l'État trouva que cette grande variété de types présentait un inconvénient au point de vue de la difficulté qu'éprouveraient, dans ces conditions, les chemins à utiliser les rails de réserve en cas de circonstances extraordinaires. C'est pourquoi le gouvernement élabora, en 1874, trois types normaux de rails d'un poids respectif de 24, 22 et 20 livres par pied courant (32.245, 29.554 et 26.870 kilogrammes par mètre courant), calculés en vue de charges de 6, 5.75 et 7.25 tonnes par essieu de locomotive, en admettant un écartement maximum de 32 pouces ou de 0.842 mètre entre les axes des traverses et un effort maximum de 7.25 kilogrammes par millimètre carré, pour les rails neufs.

Le tableau ci-après donne les principales dimensions de ces trois types et de celui de 26 livres, en usage de 1860-1870 sur le chemin de fer de Kharkov-Nicolaiev.

DÉSIGNATION DES RAILS.	Surface de la section transversale.	Poids par mètre courant.	Moment d'inertie en millimètres J.	Distance du sommet à l'axe neutre Z_a.	Distance de la semelle à l'axe neutre $Z'a$.	Rapport de la hauteur à la base.	REMARQUES.
	Millimètres carrés.	Kilog.		Millim.	Millim.		Millim.
Rails du chemin de fer de Kharkov-Nicolaiev, de 26 livres par pied courant	4.620	34.974	7,390.000	60.0	54.0	$\frac{114}{101.5} = 1.124$	Hauteur du rail . . . $h = 114$ Largeur du champignon $a = 57$ Épaisseur de l'âme . . $e = 19$ Largeur de la semelle . $b = 101.5$
Type de l'État : 24 livres.	4.200	32.245	7,631.033	62.2	57.8	$\frac{120}{100} = 1.2$	Hauteur du rail . . . $h = 120$ Largeur du champignon $a = 51.5$ Épaisseur de l'âme . . $e = 15$ Largeur de la semelle . $b = 100$
Id. 22 id.	3.810	29.554	6,318.150	59.4	54.6	$\frac{114}{85} = 1.2$	Hauteur du rail . . . $h = 114$ Largeur du champignon $a = 53$ Épaisseur de l'âme . . $e = 14$ Largeur de la semelle . $b = 95$
Id. 20 id.	3.490	26.870	5,119.640	57.2	50.8	$\frac{108}{95} = 1.137$	Hauteur du rail . . . $h = 108$ Largeur du champignon $a = 49.5$ Epaisseur de l'âme . . $e = 13$ Largeur de la semelle . $b = 95$

En même temps furent établies les règles suivantes pour les essais des rails du type de l'Etat :

Un bout de rail, reposant par ses extrémités sur deux supports éloignés de 3.5 pieds (1.07 mètre) l'un de l'autre, soumis pendant une durée de cinq minutes à l'action de la charge (A) appliquée en son milieu, ne doit pas donner une flèche de plus de 3 millimètres; la charge enlevée, la flèche permanente ne doit pas dépasser 1 millimètre. Tout rail ayant satisfait à l'épreuve précédente doit être soumis à l'effet d'une charge renforcée (B) et y résister sans se rompre pendant cinq minutes. Ensuite on pose la partie restante du rail dont ce bout faisait partie sur des supports, comme pour les deux épreuves précédentes, et elle doit supporter deux coups de mouton d'un poids Q, tombant d'une hauteur de 6'.5 = 1.981 mètre. Si, au lieu de supports ordinaires, on emploie des enclumes en fonte pesant 600 pouds (9,828 kilogrammes) chacune, le poids du mouton doit être proportionnellement diminué jusqu'à Q'. Les valeurs de A, B, Q et Q' sont données par le tableau ci-dessous :

Types des rails.	A.	B.	Q.	Q'.
Livres.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.
État. 24	13,115	16,400	400	267
Id. 22	11,066	13,525	345	230
Id. 20	9,016	11.500	295	197

En hiver, le poids du mouton doit être diminué dans les proportions suivantes :

A la température de	0° à 5°	centigrades. . . .	5 p. c.
Id.	5° à 10°	id.	10 id.
Id.	10° à 15°	id.	15 id.

La durée des rails en fer était très variée et dépendait de l'intensité du mouvement.

Ainsi, par exemple, d'après les données recueillies concernant les rails en fer du chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie, d'un poids de 26 livres par pied courant et d'une hauteur de 127 millimètres, le général Pétroff est arrivé aux résultats suivants :

ANNÉES.	Nombre brut de tonnes depuis le commencement de la construction.	Proportion pour cent de rails remplacés par rapport à la quantité primitivement posée	ANNÉES.	Nombre brut de tonnes depuis le commencement de la construction.	Proportion pour cent de rails remplacés par rapport à la quantité primitivement posée.
1863. . .	1,112,000	0.7	1869. . .	5,259,000	14.75
1864. . .	1,749,000	1.56	1870. . .	6,137,000	27.05
1865. . .	2,297,000	2.96	1871. . .	6,985,000	40.35
1866. . .	2,942,000	4.18	1872. . .	7,802,000	63.12
1867. . .	3,643,000	6.84	1873. .	8,677,000	74.79
1868. . .	4,447.000	11.97			

Sur le chemin Nicolas, où les rails étaient du même type, on en remplaça 45 p. c. de 1870 à 1874, soit dans un espace de quatre années et après le passage de 7,200,000 tonnes de charges; ce résultat concorde beaucoup avec les résultats obtenus antérieurement pour le chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie; on peut donc supposer qu'après le passage de 11 à 12 millions de tonnes de marchandises, il aurait fallu remplacer 100 p. c. des rails.

En moyenne, sur les différentes lignes on a à remplacer de 5 à 10 p. c. des rails annuellement, suivant leur profil, la qualité de la matière et l'intensité du mouvement.

Par exemple, relativement au chemin de fer de Nijni-Novgorod, où l'échange des rails se pratique par sections complètes, les données ci-dessous nous ont été fournies par son directeur, M. l'ingénieur Rerberg.

ANNÉES.	Longueur des voies principales au 31 décembre.	SECTIONS COMPLÈTES DE RAILS REMPLACÉS.		ANNÉES.	Longueur des voies principales au 31 décembre.	SECTIONS COMPLÈTES DE RAILS REMPLACÉS.	
		Longueur.	Pour-cent par rapport à la longueur de la voie principale.			Longueur.	Pour-cent par rapport à la longueur de la voie principale.
	Verstes.	Verstes.			Verstes.	Verstes.	
1863. . . .	409.52	13.47	3.29	1875. . . .	409.52	55.00	13.43
1864. . . .	—	20.45	5.00	1876 . .	476.52	49.41	10.37
1865. . . .	—	35.85	8.75	1877. . . .	557.62	56.21	10.08
1866. . . .	—	20.25	4.94	1878. . .	646.52	37.90	5.86
1867. . .	—	22.97	5.61	1879. . . .	649.89	30.61	4.71
1868. . .	—	23.54	5.75	1880. . .	—	23.89	3.68
1869. . . .	—	35.20	8.60	1881. . . .	—	30.76	4.73
1870. . . .	—	53.47	13.06	1882. . . .	—	24.29	3.74
1871. . . .	—	51.00	12.45	1883. . . .	—	24.94	3.84
1872. . .	—	53.00	12.94	1884. . . .	—	20.05	3.09
1873. . .	—	58.21	14.21	1885. . . .	—	20.13	3.10
1874. . . .	—	60.00	14.65				

Le nombre considérable de rails remplacés pendant la période de 1870 à 1877 s'explique par le fait qu'à l'origine de l'exploitation du chemin, on n'employa que des rails étrangers de qualité ordinaire. A partir de l'année 1878, la proportion pour cent de rails renouvelés s'abaissa rapidement, parce que, dès l'année 1869, on commença à acheter aux usines Démidoff des rails en fer de qualité supérieure, et aussi parce que la seconde voie fut posée entièrement en rails d'acier, et que depuis 1878 on se servit exclusivement de ces derniers pour le renouvellement de sections complètes.

Il faut remarquer que, parmi tous les rails russes et étrangers, la première place revient aux rails Démidoff, aussi bien sous le rapport de la ténacité et de l'homogénéité du métal que sous celui de la résistance à l'usure. La bonne qualité des rails Démidoff tient à celle du minerai (minerai magnétique contenant 65.8 p. c. de fer), et à ce qu'on prépare la fonte exclusivement au charbon de bois. Cependant, ces rails étaient tellement maléables qu'ils étaient très vite abîmés aux endroits des joints, lorsque ceux-ci étaient appuyés sur les traverses. Pour remédier autant que possible à cet inconvénient, il était d'usage, dans les premières années après 1860, de placer les joints des rails en fer en porte-à-faux entre les traverses dont on réduisait l'intervalle à cet endroit. Les rails en fer des usines Jews sont de qualité inférieure à ceux des usines Démidoff, probablement parce que la fonte est préparée avec du combustible minéral. Le minerai de cette usine contient de 40.6 p. c. à 45.6 p. c. de fer. Parmi les rails en fer de provenance étrangère, les meilleurs étaient ceux d'Angleterre.

L'acquisition de rails en fer à l'étranger, pour la construction comme pour l'entretien des lignes, ne s'est pas imposée uniquement par l'absence d'usines russes capables de les fabriquer ou de la situation défavorable de celles-ci par rapport au réseau des chemins de fer, mais encore par la haute qualité du métal de certaines d'entre elles, dont les propriétaires trouvaient avantage à fabriquer des fers du commerce et des tôles qui se vendaient plus cher que les rails.

En même temps, la grande quantité de rails usés retirés des voies qui s'était accumulée, et le besoin toujours croissant de nouveaux rails pour l'entretien, ont donné lieu à l'établissement, au centre du réseau, d'usines spéciales de *réfection* (usine Poutilov, près de Saint-Pétersbourg, et usine de Briansk dans le gouvernement d'Orel, fondées, la première en 1863 et la seconde en 1874). On y transforme de vieux rails en fer en nouveaux, en les faisant repasser au laminoir.

Rails en fer avec champignon en acier. — Ces rails laminés pour la seconde fois, formés nécessairement de rails de diverses provenances et par suite de qualités différentes, furent d'un usage peu satisfaisant; la formation d'inégalités à la surface du champignon et l'exfoliation du métal en étaient les accidents caractéristiques. Ces inconvénients conduisirent à essayer de se servir de rails en fer à champignon d'acier. En 1870, l'usine Poutilov commença la fabrication de rails dont le champignon était en acier puddlé et les autres parties en fer soudé. Bien que les champignons de semblables rails eussent mieux résisté à l'usure, on eut à constater de nombreux cas où ils se séparaient du corps en fer corroyé suivant la ligne de soudure. On renonça donc à leur fabrication. C'est le moment de rappeler que l'ingénieur russe bien connu, Jouravski, a émis l'avis, il y a une vingtaine d'années, que l'on pourrait obtenir de bons résultats si on parvenait à souder le champignon d'acier au corps en fer au moyen d'un courant galvanique. La possibilité d'effectuer cette soudure fut démontrée quinze ans plus tard par notre compatriote, M. Benardos.

Rails en acier. — L'emploi des rails d'acier se propageant partout à l'étranger après 1860, et le nombre de rails en fer à remplacer étant relativement considérable, les

chemins de fer russes se décidèrent aussi à suivre l'exemple des autres pays. Les rails d'acier firent leur première apparition, en 1866, sur le chemin de fer Nicolas, où on les substitua aux rails en fer sur une des sections les plus fréquentées. A l'exemple de la ligne Nicolas, beaucoup d'autres chemins de fer procédèrent aussi à de pareilles substitutions partielles. A partir de 1874, quand, grâce aux perfectionnements techniques, la fabrication des rails d'acier eut pris un essort tel, que leur prix tomba presque au niveau de celui des rails de fer, toutes les lignes en construction s'en pourvurent. Les premières qui furent dans ce cas sont celles de Morchansk-Sysrane, Riajsk-Viasma, Orenbourg, Fastov et la Vistule. A cette époque se rapporte aussi la création par le gouvernement de quatre types de rails en acier d'un poids respectif de 21 $^2/_3$, 20, 18 $^1/_3$ et 17 livres par pied courant, proposés aux chemins de fer à titre d'exemple. Ces types avaient été calculés en prévision de charges de 7, 6 et 5.75 et 5 tonnes par roue de locomotive, en admettant un effort de 9.5 kilogrammes par millimètre carré pour le métal et les traverses espacées de 812 millimètres. Les principales dimensions de ce rail et de celui qui a été adopté par la Grande Société des chemins de fer russes sont indiquées dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION DES RAILS.	Surface de la section transversale en millimètres carrés.	Poids en kilogrammes par mètre courant.	Moment d'inertie en millimètres carrés.	Distance du sommet à l'axe neutre Zo.	Distance de la semelle à l'axe neutre Z'.	Rapport de la hauteur à la base.	REMARQUES.
Rail en acier du chemin de fer Nicolas (Grande Société, d'un poids de 24.33 livres par pied courant	4.105	32.060	9,660.000	64.90	62.0	$\frac{127}{101.5} = 1.251$	Millim. Hauteur du rail . . . $h = 127$ Largeur du champignon $a = 57$ Épaisseur de l'âme . . $e = 12$ Largeur du patin . . . $b = 101.5$
Type de l'État : 21 2/3 liv.	3.662	29.110	6,259.578	57.3	56.7	$\frac{114}{95} = 1.200$	Hauteur du rail . . . $h = 114$ Largeur du champignon $a = 56.5$ Épaisseur de l'âme . . $e = 13$ Largeur du patin . . . $b = 95$
Id. 20 id.	3.380	25.870	5,288.721	55.2	52.8	$\frac{108}{95} = 1.137$	Hauteur du rail . . . $h = 108$ Largeur du champignon $a = 54.5$ Épaisseur de l'âme . . $e = 12$ Largeur du patin . . . $b = 95$
Id. 18 1/3 id.	3.080	24.631	4,346.350	52 6	49.4	$\frac{102}{90} = 1.133$	Hauteur du rail . . . $h = 102$ Largeur du champignon $a = 62.5$ Épaisseur de l'âme . . $e = 11$ Largeur du patin . . . $b = 90$
Id. 17 id.	2.854	22.840	3,810 627	51 5	48.5	$\frac{100}{90} = 1.111$	Hauteur du rail . . . $h = 100$ Largeur du champignon $a = 50.5$ Épaisseur de l'âme . . $e = 10$ Largeur du patin . . . $b = 90$

Dans les rails du type de la Grande Société, le champignon est en forme de poire, tandis que celui du type de l'État est limité latéralement par des faces parallèles. L'inclinaison des faces de contact avec l'éclisse est de $^1/_3$.

Le mode d'essayer les rails en acier a été arrêté en 1874; il était le même que pour les rails en fer; les charges A, B, Q et Q' avaient les valeurs suivantes :

Types des rails.		A.	B.	Q.	Q'.
	Livres.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.
Grande Société . .	24.33.	18,281	36,628	1,016 (1)	
État	21 2/3.	15,152	22,524	565	377
Id.	20.00.	13,105	19,657	491	325
Id.	18 1/3.	11,057	16,381	426	287
Id.	17.00.	9,050	13,924	360	246

(1) La hauteur de chute du mouton est de 4.637 mètres pour un coup, tandis que pour les types de l'État la hauteur de chute était de 1.891 mètre pour deux coups.

Pour les températures au-dessous de 0°, on diminuait le poids du mouton dans la même mesure que pour les essais des rails en fer.

Il faut observer que, parmi les différents types de l'État, le premier et le second ont seuls été adoptés en réalité; au commencement, le second eut la préférence, particulièrement des lignes en construction ou des chemins exploités qui procédaient au remplacement des rails en fer par des rails d'acier sur des sections entières. Certaines lignes, comme celles de Nicolas, Saint-Pétersbourg-Varsovie, Nijni-Novgorod, Moscou-Koursk, Moscou-Jaroslav, Moscou-Riazan et Riazan-Kozlov, furent autorisées à substituer aux rails en fer des rails en acier plus lourds que ceux du type de l'État, eu égard à l'intensité de leur mouvement, et au désir exprimé par elles d'avoir des rails d'acier qui différassent aussi peu que possible de leurs rails en fer, afin de pouvoir se servir des mêmes éclisses et des mêmes boulons, et réaliser une économie dans l'entretien.

Autrefois, pour empêcher le déplacement longitudinal du rail, on pratiquait ordinairement, dans le patin, des entailles dans lesquelles on engageait les crampons. Mais on a constaté que ces encoches nuisaient à la solidité, le rail se rompant souvent à leur endroit. On a attribué ce phénomène au changement de structure subi par l'acier et aux fissures imperceptibles à l'œil nu, produites lors du perçage des encoches. En renonçant à ce procédé, il fallait trouver d'autres moyens pour empêcher le glissement des rails. Dans ce but, on eut recours en premier lieu à de petites entailles pratiquées dans le patin aux abouts des rails. Les joints étaient supportés par les traverses et on engageait entre les entailles contiguës de deux rails consécutifs un crampon unique. Malgré l'avantage que présente, au point de vue de la douceur du roulement, le système de pose de la voie en acier avec joints en porte-à-faux, le système des joints supportés se maintint encore assez longtemps sur beaucoup de chemins, jusqu'au moment où l'on commença à faire usage d'éclisses cornières. Pour empêcher le glissement, celles-ci portent vers les extrémités de leurs branches horizontales des encoches où pénètrent les têtes des crampons serrés contre le patin du rail sur chacune des traverses contre-joint. Ce système présente encore l'avantage de s'opposer à l'écartement des traverses contre-joint et de donner beaucoup plus de rigidité à l'assemblage.

L'écartement d'axe en axe des traverses contre-joint est de 20 pouces (0.51 mètre), l'écartement maximum des autres traverses est de 32 pouces (0.81 mètre); vers les extrémités du rail, il diminue et ne dépasse pas 28 pouces (0.71 mètre).

Tous les rails d'acier livrés à nos chemins de fer jusqu'au 1er janvier 1879 étaient presque exclusivement de provenance étrangère et leur poids total se montait à environ 13,500,000 pouds (221,311 tonnes).

Les principaux fournisseurs étaient : les usines anglaises de Brown, Bailey et Dickson, Camel, Barrow et Guest; les usines françaises du Creusot et de Terre-Noire; l'usine belge de Cockerill, et les usines allemandes de Bochum et de Krupp.

Introduction de l'industrie des rails d'acier en Russie. — Le besoin de rails en acier se faisant tous les jours sentir davantage, il est tout naturel que les particuliers et les sociétés engagés dans la fabrication de matériel de chemins de fer se soient préoccupés d'en produire en Russie. Mais, comme la transformation des usines qui fabriquaient des rails de fer et, à plus forte raison, l'installation d'usines nouvelles pour la fabrication de rails d'acier devait entraîner des frais de premier établissement très considérables, les intéressés pétitionnèrent en grand nombre, en 1877, auprès du gouvernement pour qu'il leur assurât des commandes.

D'autre part, l'État fut le premier à reconnaître la nécessité d'affranchir les chemins de fer russes de la dépendance des marchés étrangers et l'importance, au point de vue de l'économie générale de l'Empire, de la création d'une industrie nationale de rails en acier. Afin d'aider celle-ci à s'implanter en Russie, il arrêta les mesures suivantes : *a*) Pendant douze années, prime à la fabrication de 35 à 20 copecks par poud (16.38 kilogrammes) de rails livrés à l'État ou à des particuliers; *b*) obligation, pour les Compagnies de chemins de fer russes, de commander en Russie au moins la moitié des rails dont elles avaient besoin et de payer des droits de douane pour la partie restante commandée à l'étranger (plus tard, un autre arrêté prohiba complètement l'achat de rails hors du pays, à quelques exceptions près pourtant); *c*) commande de l'État aux usines de 12 millions de pouds (200,000 tonnes) de rails, au prix de 2.31 roubles le poud, y compris la prime de 35 copecks prémentionnée. Il faut remarquer qu'à cette époque (1876-1877), le prix des rails d'acier variait de 1.70 à 1.95 rouble le poud, y compris 45 copecks de frais de douane.

La commande fut partagée entre quatre usines *indépendantes* travaillant avec leur propre minerai : Nijné-Taguilsk aux Démidov (dans l'Oural, gouvernement de Perm); Katav-Ivanovsk, au prince Bélocélski (dans l'Oural, gouvernement d'Oufa); Novorossiisk, à M. Hughes (dans le bassin du Donetz, gouvernement d'Écathérinoslav); Dombrova (gouvernement de Pétrokov); et entre trois usines de *transformation*, qui fabriquaient des rails en acier avec de vieux rails en fer en ajoutant de la fonte étrangère ou russe : Alexandre, près de Saint-Pétersbourg; Briansk (dans le gouvernement d'Orel); Lilpop-Rau (à Varsovie). La quatrième usine de ce genre, celle de Poutilov, à Saint-Pétersbourg, avait déjà reçu avant cette époque une commande de 4 millions de pouds (65,575 tonnes), et on lui fit encore une commande supplémentaire de 2,700,000 pouds

(44,246 tonnes), et l'État lui acheta, en outre, un stock de 6 millions de pouds (100,000 tonnes) de rails qu'il avait en réserve. De cette façon, les commandes de l'État se montaient, au 1er janvier 1884, à environ 24,700,000 pouds (400,000 tonnes) de rails. Pendant cette période, le montant des primes à la fabrication atteignait :

Pour les commandes privées, environ.	8,970,000	roubles.
Id. de l'État, environ	5,300,000	id.
Total. . .	14,270,000	roubles.

Les rails commandés par l'État constituèrent pendant longtemps un fardeau pour lui, car à cette époque il ne possédait pas de chemins de fer où il pût écouler son stock. D'autre part, ne voulant pas créer de difficultés aux usines en leur enlevant les commandes des Compagnies, le gouvernement n'obligeait celles-ci à emprunter à sa réserve qu'une faible quantité de rails qu'il leur faisait payer au prix coûtant. La construction des chemins de fer de l'État, commencée vers 1880, contribua sensiblement à diminuer cette réserve.

A la date du 1er juillet 1884, les chemins de fer avaient reçu, tant des dépôts de l'État que des usines elles-mêmes :

195,431 tonnes	= 11,921,337	pouds de rails provenant des usines indépendantes.	
486,886 id.	= 29,700,013	id. id.	de transformation.
Total. . .	41,621,350	pouds = 682,317 tonnes.	

Parmi les *huit* usines de rails d'acier nommées ci-dessus, celle de Varsovie, de Lilpop-Rau, a été fermée depuis. Elle a été remplacée par celle de Kamensk, dans le gouvernement d'Écathérinoslav, où on a découvert de riches gisements d'excellent minerai. La Société des usines de Briansk a aussi fondé, dans la même région, l'établissement d'Alexandrovsk. Aujourd'hui, grâce au grand nombre d'usines, la plupart indépendantes, disséminées par tout l'Empire, nos chemins de fer sont assurés de toujours pouvoir se procurer des rails dans le pays. La capacité de production annuelle de nos usines est représentée par les chiffres suivants :

Nijné-Taguilsk (Démidov)	900,000	à	1,600,000	pouds.
Katav-Ivanovsk (prince Bélocélski).	600,000	à	1,000,000	id.
Novorossiisk (Hughes)	1,800,000	à	2,200,000	id.
Dombrova	1,200,000	à	1,500,000	id.
Poutilov	1,500,000	à	2,500,000	id.
Briansk	2,000,000	à	2,500,000	id.
Alexandrovsk (à Écathérinoslav)	1,500,000	à	2,500,000	id.
Kamensk	1,500,000	à	2,500,000	id.
Total. . .	10,500,000	à	16,300,000	pouds.
Soit . . .	172,295	à	267,213	tonnes.

Persuadé, comme nous l'avons dit plus haut, de la nécessité de contribuer à l'introduction de l'industrie des rails d'acier en Russie, mais incertain de la qualité de la production nouvelle, le gouvernement crut aventureux de commander pour commencer des rails légers. Il fit donc une première commande de 12 millions de pouds (200,000 tonnes) de rails du type lourd, nouvellement créé, et pesant 24 livres par pied courant. Celui-ci différait très peu du type de rails en fer du même poids admis par l'État. Les commandes suivantes furent faites conformément au type de 21 $^{2}/_{3}$ livres, et depuis 1889, tous les chemins de fer ont été invités à ne pas faire fabriquer de rails d'un poids inférieur.

Craignant que les rails d'acier ne se rompissent sous l'influence du climat rigoureux de la Russie, le gouvernement a établi, en 1878, de nouvelles règles pour les essais, dans le but principal de s'assurer de la résistance à la rupture par le froid. A cet effet, on admit comme flèche permanente pour les épreuves non pas 1 millimètre, mais 2 millimètres; pour les épreuves au choc, le rail devait, de rigueur, être placé sur deux supports fixés sur une enclume en fonte de 19,600 kilogrammes établie sur un socle en maçonnerie; le poids du mouton ne devait pas être diminué proportionnellement à l'abaissement de la température, comme l'admettaient les anciennes règles de 1873. En outre, au lieu des essais d'hiver avec diminution du poids du mouton précédemment admis, le rail soumis à l'épreuve du choc devait au préalable être refroidi à — 15° centigrades par une immersion de quelques heures dans un mélange réfrigérant de glace et de sel.

Les rails livrés dans ces conditions ne donnaient presque jamais lieu à des cas de rupture sur la voie, mais, par contre, leurs extrémités se déprimaient, leurs champignons s'affaissaient et le métal s'usait beaucoup. Ces inconvénients firent qu'on apporta de nouveaux changements aux conditions techniques et qu'on revint à la flèche permanente de 1 millimètre, et la pratique ne tarda pas à démontrer qu'on obtenait ainsi des rails plus durs. Bien que les usines attribuassent le manque très prononcé de dureté et l'usure rapide de leurs rails aux épreuves rigoureuses de choc, et surtout au refroidissement artificiel, le gouvernement osa d'autant moins modifier les règles admises, que les rails étrangers en acier, et surtout les rails anglais de l'usine Brown, supportent admirablement les épreuves à la pression et au choc, et sont d'un très bon usage dans les voies.

En 1886, on remplaça le type de rail de 21 $^{2}/_{3}$ livres, qu'on trouva trop faible, par un nouveau type de 22 $^{1}/_{2}$ livres par pied courant, ayant la même hauteur que le rail de 24 livres et permettant de se servir des mêmes attaches que pour ce dernier. Les traverses étant espacées de 32 pouces, l'effort maximum admis par millimètre carré est de 8.5 kilogrammes pour les rails neufs et de 12 kilogrammes quand l'usure de leur champignon a atteint 8 millimètres. Pour les vérifications, on se sert de la formule suivante, qui donne le moment fléchissant :

$$M = \frac{0.1888 \,.\, P \,.\, l}{1 - \frac{0.1888 \,.\, P \,.\, l \,.\, r^2}{E \,.\, J \,.\, g}}.$$

Dans laquelle P est la charge par roue de locomotive augmentée de 15 p. c.; l la portée. c'est-à-dire la distance entre les axes des traverses; v la vitesse du train; E le coefficient d'élasticité; J le moment d'inertie; g l'accélération de la pesanteur.

Enfin, en 1891, on a créé, pour les nouvelles lignes à écartement normal à construire (comme celles de la Sibérie), sur lesquelles on ne saurait prévoir un grand trafic dans les premiers temps, un type de rail plus léger d'un poids de 18 livres par pied courant, calculé en vue d'efforts de 10 kilogrammes par millimètre carré et d'un espacement de traverses de 28 pouces.

Le tableau ci-après donne les dimensions des trois derniers types et les charges d'essai qu'on leur applique aux épreuves :

TYPES DES RAILS.		Surface de la section en millimètres carrés.	Poids en kilogrammes par mètre courant.	Moment d'inertie J en millimètres.	Distance du sommet à l'axe neutre Zo.	Distance de la semelle à l'axe $Z'o$.	Rapport de la hauteur à la largeur de la base.	Remarques	Charge d'essai A.	Charge renforcée B.	Hauteur de chute d'un mouton de 500 kilogrammes.
	Livres.							Millimètres.			Mètres.
Type de l'État	24	4.070	32.24	7,709,900	62.82	57.33	$\frac{119.20}{100} = 1.193$	$h = 119.25$ $a = 54.5$ $e = 14.0$ $b = 100.0$	18.300	29.500	2.60
Id.	22 1/2	3.899	30.23	7,044,079	59.63	59.62	$\frac{119.25}{100} = 1.193$	$h = 119.75$ $a = 53.5$ $e = 12.0$ $b = 100.0$	17.050	29.500	2.44
Id.	18	3.067	24.18	4,033,646	53.33	53.62	$\frac{107}{92} = 1.163$	$h = 107.0$ $a = 57.0$ $e = 10.50$ $b = 92.0$	11.500	20.000	2.06

A la réception, les rails sont répartis par lots de 1,000 pièces. Avant de procéder à leur répartition, on les visite extérieurement; ceux dont l'aspect extérieur ne satisfait pas à toutes les conditions exigées sont rejetés et ne peuvent être soumis aux épreuves de résistance. L'agent chargé de la réception choisit ensuite, dans chaque lot, trois rails qui sont coupés chacun en trois morceaux de 6.5 pieds (1.98 mètre) de longueur. L'un de ceux-ci est soumis aux épreuves de pression avec les charges A et B, et les deux autres subissent les épreuves du choc, consistant en deux coups d'un mouton de 500 kilogrammes, tombant d'une certaine hauteur, sans produire aucune lésion extérieure. S'il arrive que plus d'un tiers des bouts de rails, essayés dans chaque lot de 1,000 rails, ne satisfasse pas aux conditions requises, le lot entier est refusé.

Si trois ou moins de trois bouts sont dans ce cas, on subdivise le lot en quatre autres, comprenant 250 rails chacun, et l'on soumet de nouveau trois rails par lot aux épreuves. Si un seul de ceux-ci ne résiste pas aux essais, on refuse les 250 pièces. Les essais sont faits par l'inspecteur d'État de l'usine.

Types en usage et durée réelle des rails d'acier. — Actuellement, il y a sur le réseau entier des chemins de fer russes des rails du type de l'État d'un poids de 24, 22 $^1/_2$, 21 $^2/_3$, 20 et 18 livres par pied courant ; le nombre des rails de faible poids est toutefois restreint. Ensuite, on trouve des rails du type de la Grande Société, pesant 24.33 livres le pied courant, sur les lignes Nicolas, Saint-Pétersbourg-Varsovie, Nijni-Novgorod, Moscou-Koursk et Moscou Jaroslav ; on rencontre aussi des rails de 23 $^1/_2$ livres par pied courant sur le chemin de Varsovie-Vienne, de 23 $^3/_4$ sur celui de Koursk-Kiev, de 24 $^1/_4$, 25 $^3/_4$ et 25 sur celui de Moscou-Riazan, de 27 $^1/_2$, 27 $^3/_4$ et 23 $^1/_2$ sur celui de Riazan-Kozlov, de 24.8 sur celui de Riga-Dvinsk, de 24.25 sur celui de Dvinsk-Vitebsk. Les charges d'essai de ces rails sont calculées conformément à celles que nous avons citées plus haut, en prenant en considération la valeur du moment d'inertie de la section du rail. Ces types diffèrent, en général, très peu les uns des autres et pourraient très bien être remplacés par un type unique, afin de n'avoir en tout, avec ceux de l'État, que trois ou quatre types qu'on emploierait respectivement sur les différentes sections des lignes, suivant l'intensité du mouvement.

Sur les chemins à voie étroite, les types des rails en acier sont aussi très variés. La charge par essieu des locomotives qui y circulent est, en général, moitié de ce qu'elle est sur les lignes à écartement normal (de 5 à 7 $^1/_2$ tonnes), ce qui tient, bien entendu, non pas à la largeur de la voie, mais à ce que la voie étroite n'est uniquement appliquée qu'aux lignes d'accès ou secondaires au delà du Volga.

DÉSIGNATION DES CHEMINS DE FER.	Matière des rails.	Poids du pied courant en livres.	DIMENSIONS DES RAILS EN MILLIMÈTRES.					Surface de la section en millimètres carrés.	Distance du centre de gravité à la semelle en millimètres.	Moment d'inertie de la section par rapport à l'axe passant par le centre de gravité.	Moment de résistance minimum.
			Hauteur du rail.	Largeur du champignon.	Hauteur du champignon.	Largeur du patin.	Épaisseur de l'âme.				
Livny	Fer.	16.80	101.60	47 62	31 75	88 90	11.91	3.045	48.70	3.844.300	72.670
Id.	Acier.	15.50	99 22	47.62	30 16	88.90	11.11	2.674	48.37	3 524.524	60.317
Novotorjok	Fer.	15.00	88.90	44.40	33.50	82.50	11.10	2.635	38.86	3.329.570	66.544
Id.	Acier.	13.00	85.00	44.00	22 00	75.00	9.50	2.195	43.20	2.162.000	50.000
Jaroslav-Vologda	Fer.	15 00	95 25	44.45	28.57	82.55	9.53	2.571	46.56	3.038.721	62.410
Id.	Acier.	15.36	95.25	44.45	30.15	82.55	10.00	2.597	46.24	3.100.000	63.247
Riazan-Oural (embranchement de Kamychine-Ouralsk)	Rails en acier.	10.00	87.00	37.50	22.00	80 00	6.50	1.720	43.94	1.923.970	43.667
Lignes d'accès du chemin de fer Koursk-Kiev.	Id.	13.76	90.00	40 00	28.00	80 00	10.00	2.360	45.00	2.501.199	55.582
Transcaucasien (embranchement de Tchiatour)	Id.	15.08	95.25	44.45	30.15	82.55	10.00	2.597	46.46	3.044.621	62.403
Okhta-Irinovo	Id.	7.44	78.00	30.00	20.00	61 50	6.50	1.309	35.57	1.130.210	27.032

Le tableau précédent donne les principales dimensions de ces rails, parmi lesquels il en reste encore en fer sur les lignes construites de 1870 à 1880.

Chemin de fer de Moscou-Riazan.

Rails d'acier de l'usine Guest, type de 26 livres par pied courant, posés en 1870 au nombre de 13,800.

ANNÉES.	Nombre retiré depuis l'origine de la pose.	Pour-cent par rapport au nombre primitivement posé (13,800).	Millions de tonnes de marchandises ayant passé sur les rails.	Pour-cent de rails retirés par million de tonnes de marchandises.
1871 . . .	94	0.681	...	...
1872 . . .	132	0.956	...	...
1873 . . .	223	1.616	...	...
1874 . . .	258	1.870	...	...
1875 . . .	341	2.47	...	...
1876 . . .	471	3.41	12.19	0.279
1877 . .	589	4.27	14.66	0.223
1878 . . .	628	4.55	21.06	0.211
1879 . . .	709	5 14	24.09	0.213
1880 . . .	763	5.53	29.34	0.188
1881 . . .	787	5.70	35.94	0.158
1882 . . .	838	6.07	38.07	0.159
1883 . . .	979	7.09	45.89	0.155
1884 . . .	1,039	7.53	36.03	0.209
1885 . . .	1,105	8.00	42.27	0.189
1886 . . .	1,203	8.72	45.85	0.190
1887 . . .	1,309	9.48	49.22	0.192
1888 . . .	1,758	12.74	53.09	0.240
1889 . . .	1,906	13.81	56.94	0.243
1890 . . .	2,362	17.11	32.53	0.273
1891 . . .	2,961	21.46	66.08	0.325

Chemin de fer de Moscou-Jaroslav.

Rails d'acier de l'usine Guest, type de 22 1/2 livres par pied courant, posés en 1873, 1874, 1875 au nombre de 13,500.

ANNÉES.	Nombre retiré depuis l'origine de la pose.	Pour-cent par rapport au nombre primitivement posé (13,580).	Millions de tonnes de marchandises ayant passé sur les rails.	Pour-cent de rails retirés par million de tonnes de marchandises.
1874 . . .	2	0.02	1.64	0.055
1875 . . .	22	0.163	3.30	0.100
1876 . . .	47	0.35	4.92	0 071
1877 . . .	107	0.71	6.56	0.109
1878 . . .	120	0.90	7.94	0.113
1879 . . .	145	1.07	9.77	0.110
1880 . . .	212	1.56	11.56	0.135
1881 . . .	249	1.85	13.23	0.140
1882 . . .	293	2.16	14.82	0.146
1883 . . .	307	2.27	16.61	0.137
1884 . . .	350	2.59	18.10	0.143
1885 . . .	374	2.77	19.66	0.141
1886 . . .	411	3.05	21.43	0.142
1887 . . .	454	3.36	23.23	0.144
1888 . . .	534	3.95	25.31	0.156
1889 . . .	709	5.25	27.02	0.197
1890 . . .	747	5.53	29.30	0.188
1891 . . .	1,004	7.44	31.46	0.237

Chemin de fer d'Orel-Vitebsk.

Rails d'acier de l'usine Dickson, type de 21 2/3 livres par pied courant, posés en 1877 au nombre de 22,236.

ANNÉES.	Nombre retiré depuis l'origine de la pose.	Pour cent par rapport au nombre primitivement posé (22,236)	Millions de tonnes de marchandises ayant passé sur les rails.	Pour cent de rails retirés par million de tonnes de marchandises.
1877 . . .	3	0.013	...	...
1878 . . .	11	0.056	...	...
1879 . . .	81	0.365	5.43	0.067
1880 . . .	108	0.486	6.91	0.070
1881 . . .	121	0.544	8.88	0.061
1882 . . .	136	0.611	10.24	0.059
1883 . . .	260	1.169	12.76	0.092
1884 . . .	389	1.300	15.63	0.083
1885 . . .	556	2.500	17.57	0.142
1886 . . .	617	2.774	19.48	0.142
1887 . . .	871	3.917	22.47	0.174
1888 . . .	938	4.218	...	...
1889 . . .	1,078	4.848	27.87	0.173
1890 . . .	1,167	5.248	31.82	0.165

Rails d'acier de l'usine Dickson, type de 21 2/3 livres par pied courant, posés en 1878 au nombre de 33,430.

ANNÉES.	Nombre retiré depuis l'origine de la pose.	Pour cent par rapport au nombre primitivement posé (33,430).	Millions de tonnes de marchandises ayant passé sur les rails.	Pour cent de rails retirés par million de tonnes de marchandises.
1878 . . .	3	0.009	...	...
1879 . . .	23	0.069	4.43	0.016
1880 . . .	113	0.338	5.25	0.064
1881 . . .	164	0.491	7.34	0.067
1882 . . .	182	0.544	9.23	0.059
1883 . . .	300	0.897	11.15	0.080
1884 . . .	430	1.286	14.00	0.092
1885 . .	648	1.938	15.62	0.124
1886 . .	830	2.482	17.23	0.144
1887 . . .	1,337	4.000	20.49	0 195
1888 . . .	1,776	5.312	...	...
1889 . .	2,541	7.601	25.65	0.296
1890 . . .	2,731	8.169	30.16	0.271

Rails d'acier de l'usine de Briansk, type de 22 2/3 livres par pied courant, posés en 1877 au nombre de 14,256.

ANNÉES.	Nombre retiré depuis l'origine de la pose.	Pour cent par rapport au nombre primitivement posé (14,256).	Millions de tonnes de marchandises ayant passé sur les rails.	Pour cent de rails retirés par million de tonnes de marchandises.
1877 . . .	72	0.505	...	...
1878 . . .	741	5.198	...	...
1879 . . .	1,597	11.202	5.43	2.144
1880 . . .	2,474	17.354	6.59	2.633
1881 . .	3,017	21.163	8.84	2.394
1882 . . .	3,359	23.562	10.33	2.281
1883 . . .	4,216	29.573	13.15	2 248
1884 . . .	4,436	31.117	16.15	1.926
1885 . . .	4,746	33.221	18.15	1.830
1886 . . .	4,918	34.498	19.95	1.729
1887 . . .	5,236	36.728	22.82	1.610
1888 . . .	5,446	38.201	...	...
1889 . . .	5,525	38.755	27.70	1.400
1890 . . .	5,546	38.903	31.20	1.247

Rails d'acier de l'usine de Briansk, type de 21 2/3 livres par pied courant, posés en 1878 au nombre de 28,648.

ANNÉES.	Nombre retiré depuis l'origine de la pose.	Pour cent par rapport au nombre primitivement posé (28,648).	Millions de tonnes de marchandises ayant passé sur les rails.	Pour cent de rails retirés par million de tonnes de marchandises.
1878 . . .	83	0.289	...	...
1879 . . .	567	1.805	3.38	0.533
1880 . . .	1,240	4.339	5.14	0.844
1881 . . .	1,884	6.576	7.26	0.906
1882 . . .	2,378	8.301	9.16	0.909
1883 . . .	4,128	14.409	11.65	1.236
1884 . . .	5,383	18.790	14.18	1.325
1885 . .	6,545	22.846	16.20	1.410
1886 . . .	7,481	26.113	18.28	1.428
1887 . . .	8,360	29.181	21.21	1.379
1888 . . .	9,392	32.784	...	...
1889 . . .	10,122	35.833	28.12	1.256
1890 . . .	10,403	36.313	29.61	1 226

En ce qui concerne la durée des rails d'acier, on peut citer les données indiquées dans les tableaux ci-contre, tirées des comptes rendus des Compagnies de chemins de fer de Moscou-Riazan, Moscou-Iaroslav et Orel-Vitebsk.

Ces données ne sont pas en nombre suffisant pour en tirer une conclusion exacte; mais elles paraissent indiquer que : 1° pour les rails anglais, le pour-cent de rails retirés annuellement par million de tonnes de marchandises qui a passé dessus, augmente continuellement avec leur âge, tandis que pour les rails russes on observe le phénomène contraire. Le maximum de la quantité retirée est atteint au bout d'un certain temps, après quoi elle diminue de nouveau; 2° que la qualité de la matière et la façon de la travailler ont une bien plus grande influence sur la durée du rail que la forme de son profil. C'est ainsi que les rails anglais des chemins de Moscou-Riazan, Moscou-Iaroslav et Orel-Vitebsk, quoique de types différents, ont donné à peu près le même pour-cent de rails retirés des voies après le passage d'un nombre déterminé de trains, soit pour 15 millions de tonnes de marchandises respectivement : 4.27 p. c.; 2.16 p. c.; 1.3 p. c. et 1.8 p. c.; et pour 30 millions de tonnes, 5.53 p. c.; 5.53 p. c.; 5.25 p. c. et 8.17 p. c. D'autre part, sur la ligne d'Orel-Vitebsk, les rails anglais et ceux de l'usine de Briansk, quoique du même type, présentent une grande différence sous ce rapport. Tandis qu'après le passage de 15 millions de tonnes de marchandises, on a retiré 1.3 p. c. et 1.94 p. c. de rails anglais, on a changé 30 p. c. à 20 p. c. de ceux de Briansk, et après 30 millions de tonnes, on a enlevé de 5.25 p. c. à 8.17 p. c. des premiers et 38.9 p. c. à 36.3 p. c. des seconds. Il ne s'ensuit pourtant pas que tous les rails russes soient plus mauvais que les rails anglais. La différence frappante que nous venons de citer tient à ce que les rails fournis par l'usine de Briansk, en 1877 et 1878, furent au nombre des premiers qu'elle fabriqua en acier. Les livraisons suivantes vont en s'améliorant sensiblement, comme le montre le tableau ci-après, indiquant le pour-cent des rails posés de 1878 à 1886 et retirés des voies sur le chemin d'Orel-Vitebsk, tant de provenance anglaise que de l'usine de Briansk :

Rails de l'usine de Briansk.

Pose de 1878,	retiré jusqu'au 1er janvier 1886 :		26	p. c.,	soit par an	3.4 p. c.
— 1879,	—	—	9.23	—	—	1.53 —
— 1880,	—	—	5.66	—	—	1.03 —
— 1881,	—	—	4.06	—	—	1.02 —
— 1882,	—	—	5.02	—	—	1.05 —
— 1883,	—	—	0.91	—	—	0.37 —
— 1884,	—	—	0.05	—	—	0.03 —
— 1885,	—	—	0.00	—	—	0.00 —

Rails anglais.

Pose de 1878,	rètiré jusqu'au 1er janvier 1886 :		2.48 p. c.,	soit par an	0.35 p. c.
— 1879,	—	—	1.68 —	—	0.26 —
— 1880,	—	—	2.34 —	—	0.42 —
— 1881,	—	—	1.74 —	—	0.39 —
— 1882,	—	—	6.03 —	—	1.14 —
— 1883,	—	—	1.03 —	—	0.37 —
— 1884,	—	—	0.00 —	—	0.00 —
— 1885,	—	—	0.00 —	—	0.00 —

Toutes les données fournies ci-dessus, concernant la durée des rails en acier, indiquent le pour-cent des rails retirés des voies par rapport au nombre primitivement posé et peuvent servir à comparer les qualités de tels ou tels groupes de rails; mais ces nombres ne donnent pas le pour-cent de rails d'acier remplacés par rapport à la longueur entière de la voie. Cette dernière proportion doit évidemment être sensiblement plus forte. Pour le chemin d'Orel-Vitebsk, par exemple, nous possédons les données reproduites dans le tableau ci-après, relativement au nombre des rails d'acier employés annuellement au remplacement de sections entières, et au nombre des rails posés en échange de rails isolés. Les chiffres relatifs au remplacement de rails isolés sont donnés à part pour les rails russes et pour les rails anglais.

Pour bien comprendre le tableau qui suit, il faut remarquer que la longueur totale des voies en acier varie avec les années, parce qu'on faisait autrefois usage de rails en fer et que depuis 1877 on les remplace peu à peu par des rails en acier. Sur la ligne dont il s'agit, on pratique deux systèmes de remplacement, par section entière ou en recherche. Sur d'autres chemins, on s'en tient exclusivement au remplacement général par section, en employant ceux des rails retirés qui sont encore en bon état à l'entretien des voies des gares ou exceptionnellement pour remplacer un rail isolé sur une voie principale.

	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890
Nombre de verstes de rails d'acier posés en remplacement de rails d'acier dans les renouvellements par section complète.	0	0	0	14	14	13.50	17.18	23.86	22.50	19.33	13.35	16.94	19.54	16.95
Nombre de verstes de rails posés dans les renouvellements en recherche	0.26	2.62	4 78	6.25	5.08	3.74	14.11	10.05	10.07	9.49	11.15	11.84	12.35	4.51
Dont : Rails anglais	0.01	0.04	0.33	0.50	0.27	0.23	1.11	1.07	1.48	1.27	3.03	2.30	3.73	1.17
Id. russes	0.25	2.58	7.45	5.75	4.80	3.51	13.00	8.98	8.59	8.22	8.12	9.54	8.62	3.34
Nombre de verstes de voie posées en rails d'acier	125.26	338.09	443.22	513.49	516.69	520.72	521.85	531 13	540.71	547.07	559.24	564.26	570.36	577.26
Dont : Rails anglais	76.26	190.93	230.26	248.91	222.88	222.64	221.18	218.10	204.15	200.02	199.52	200.09	195.18	188.96
Id. russes	49.00	147.16	212.96	264.58	293.81	298.08	300.67	313.03	336.56	347.05	359.72	364 17	375.18	388.30
Pour cent de rails posés, par rapport à la longueur totale de la ligne, dans les renouvellements par section	0	0	0	2.72 p. c.	2.71 p. c.	2.59 p. c.	3.29 p. c.	4.50 p c.	4.16 p. c.	3 54 p. c.	2.39 p. c.	3.03 p. c.	3.46 p. c.	2.97 p. c.
Pour cent de rails posés, par rapport à toute l'étendue de la ligne, dans les renouvellements en recherche	0.20 p. c.	0.78 p. c.	1.08 p. c.	1.22 p. c.	0.98 p. c.	0.72 p. c.	2.72 p. c.	1.89 p. c.	1.86 p. c.	1.74 p. c.	1.99 p. c.	2.12 p. c.	2.19 p. c.	0.79 p. c.
Dont : Rails anglais	0.01 p. c.	0.02 p. c.	0.14 p. c.	0.21 p. c.	0.12 p. c.	0.10 p. c	0.50 p. c.	0.99 p. c.	0.73 p. c.	0.63 p. c.	1.52 p. c.	1.16 p. c.	1.86 p. c.	0.60 p. c.
Id. russes	0.51 p. c	1.76 p. c.	2.09 p. c.	2.14 p. c.	1.64 p. c.	1.18 p. c.	4.32 p. c.	2.87 p. c.	2 55 p. c.	2.37 p. c.	2.26 p. c.	2.65 p. c.	2.37 p. c.	0 89 p. c.
Pour cent de rails employés dans les renouvellements par section et en recherche, par rapport à l'étendue entière de la ligne.	0.20 p. c.	0.78 p. c.	1.08 p. c	3.97 p. c.	3.69 p. c.	3.31 p. c.	6.01 p. c	6.39 p. c.	6.02 p. c.	5.28 p c.	4.38 p. c.	5.15 p. c.	5.65 p. c.	3.76 p. c.

NOMBRE DES RAILS	77-79 Russes.	77-79 Anglais.	77-80 Russes.	77-80 Anglais.	77-81 Russes.	77-81 Anglais.	77-82 Russes.	77-82 Anglais.	77-83 Russes.	77-83 Anglais.	77-84 Russes.	77-84 Anglais.	77-85 Russes.	77-85 Anglais.	77-86 Russes.	77-86 Anglais.	77-87 Russes.	77-87 Anglais.	77-88 Russes.	77-88 Anglais.	77-89 Russes.	77-89 Anglais.	77-90 Russes.	77-90 Anglais.	77-91 Russes.	77-91 Anglais.
Rompus..	276	35	533	77	680	88	731	95	927	140	1,049	174	1,138	183	1,247	200	1,308	226	1,432	244	1,478	264	1,522	272	1,590	284
Avariés..	1,576	75	3,258	178	4,504	245	5,502	304	9,098	574	11,505	801	14,010	1,283	16,208	1,631	18,608	2,501	21,260	3,140	23,728	4,215	24,650	2,549	20,182	5,334
Placés dans la voie.	62,069	67,132	77,137	60,068	70,652	67,774	59,727	64,391	87,658	64,483	81,264	63,586	94,442	62,170	95,914	60,791	99,101	59,618	99,743	59,414	102,280	58,110	104,042	55,827	100,102	55,180

Pour ce qui concerne le rapport entre le nombre des rails rompus et retirés à la suite d'avaries causées mécaniquement, nous avons dressé le tableau ci-contre à l'aide des comptes rendus du chemin d'Orel-Vitebsk.

Ce tableau montre que, pour les rails russes comme pour les rails anglais, le nombre des avaries l'emporte sur celui des ruptures; cependant, le rapport du nombre de rails avariés à celui des rails rompus est plus faible pour les rails anglais que pour les rails russes :

Sur le chemin de fer Nicolas, de 1880 à 1890, on a retiré par suite d'avaries en tout 11,764 rails, dont 895, soit 17 p. c. seulement, par suite de ruptures. Relativement aux époques de l'année où elles se sont produites, celles-ci peuvent être réparties de la manière suivante : janvier et février, 40 p. c.; mars et avril, 26 p. c.; mai et juin, 5 p. c.; juillet et août, 5 p. c.; septembre et octobre, 10 p. c.; novembre et décembre, 14 p. c.

Les rails ne se rompent pas surtout pendant les plus grands froids, mais vers le printemps, quand commencent à se produire des dégels et de brusques variations de température, variant de —10° centigrades à +10° centigrades. A cette dernière époque, le ballast tantôt gelant, tantôt dégelant, il devient très difficile d'entretenir la voie en bon état.

Pour ce qui est de l'usure des rails, les observations faites sur le chemin de fer de Tambov-Saratov ont démontré que pour les rails du type de 20 livres par pied courant, elle était, en hauteur, de 0.20 à 0.39 millimètre par année et de 0.023 à 0.036 millimètre par 1,000 trains. Sur les chemins de fer du Sud-Ouest, l'usure a varié, dans une période de six ans, de 0 à 0.1245 millimètre par année et de 0 à 0.047 millimètre par millier de train-verstes.

En général, on peut dire qu'autant nos rails en fer (par exemple, ceux des usines Démidov) étaient supérieurs aux rails étrangers, autant nos rails en acier de la première heure sont inférieurs à ceux des autres pays, et surtout de l'Angleterre. Mais leur qualité s'améliore sensiblement d'année en année.

L'extrême tendreté de nos rails et la rapidité avec laquelle ils s'usent, comparativement aux rails étrangers, ont décidé la Société impériale technique de Russie à confier, en 1889, à une commission sous la présidence de M. V. Werkhovsky,

le soin de procéder à une série d'expériences avec différentes espèces de rails employés sur les chemins russes, dans le but d'arriver à établir la meilleure composition de l'acier et le point jusqu'auquel les modes d'épreuves adoptés pouvaient garantir la bonne qualité du métal. Ces expériences consistèrent à déterminer la composition chimique de l'acier et ses propriétés mécaniques, ainsi qu'à faire subir aux rails les épreuves prescrites par les règles de 1878, tout en prenant en considération la quantité brute de marchandises transportée sur eux jusqu'au jour de leur enlèvement pour cause de rupture ou d'usure. On a étudié 107 rails, dont 75 de provenance étrangère et 32 fabriqués en Russie. Les résultats très variés que donnèrent les expériences et la similitude de certaines propriétés s'accordant avec la différence de certaines autres, tendaient à prouver qu'en dehors de la composition chimique de l'acier, son corroyage pouvait avoir une très grande influence sur sa qualité. A cet effet, on partagea les rails en trois groupes, comprenant respectivement : *a*) les rails satisfaisants, c'est-à-dire qui ne s'étaient pas rompus dans les voies, ou qui ne se rompirent qu'après le passage de plus de 15 millions de pouds de marchandises; *b*) les rails rompus dans les voies, et *c*) les rails usés retirés des voies. On divisa ensuite chacun de ces groupes en deux autres, composés respectivement des rails les meilleurs et des plus défectueux, et l'on obtint, en comparant les meilleurs du groupe A aux plus mauvais des groupes B et C, les moyennes suivantes :

GROUPE.	FLÈCHE PRODUITE PAR LA CHARGE.		Flèche produite par le choc du mouton.	*R* Résistance temporaire.	*i* Pour cent d'allongement.	*e* Pour cent de rétrécissement.	*R*+*i*	*R*+*e*	Résistance vive.	*C*	*Mn*	*Si*	*Ph*
	Temporaire.	Permanente.											
	Mill.	Mill.	Mill.	Kil. par mm².									
A	3.73	0.13	25	66.97	19.00	37.46	1245	104	33.60	0.28	0.67	0.24	0.12
B	4.12	0.47	32	60.32	20.46	46.8	1211	107	29.44	0.25	0.54	0.11	0.18
C	4.32	0.67	32	52.82	20.10	52.8	1051	105	47.93	0.22	0 74	0.05	0.19

Ce tableau montre, entre autres, que les meilleurs rails à l'usage ont la propriété d'être durs et que les rails peuvent être durs sans être cassants.

Eu égard à ce que les rails éprouvés de la manière que nous venons d'indiquer avaient déjà fait un certain service sur la voie, et que les chocs des trains avaient pu modifier les propriétés mécaniques de l'acier, la commission résolut de procéder à une nouvelle série d'expériences. A cet effet, elle fit fabriquer dans les usines russes plusieurs rails d'un même type, mais qui différaient par la composition chimique de leur matière, et elle prit note de toutes les circonstances et des manipulations du laminage. On coupa un bout de chaque rail pour en faire l'analyse chimique, déterminer ses propriétés mécaniques et pour les épreuves ordinaires; les portions restantes de ces rails ont été posées sur une des voies du chemin de fer Nicolas, et l'on tient un journal où

l'on note avec soin la quantité des marchandises qui passent dessus, l'importance de l'usure, etc. Ces expériences se prolongeront encore pendant deux ans.

5. — Joints et attaches des rails.

Par M. NAVROTSKY

INGÉNIEUR

Les types des attaches et des éléments du joint des rails employés autrefois sur les chemins de fer russes n'étaient pas moins variés que ceux des rails eux-mêmes. Mais, quel que soit le système adopté pour réunir deux rails contigus, le joint reste toujours un point faible. La résistance de la voie en cet endroit est sensiblement moindre qu'en tout autre, et la continuité des barres qui la constituent ne peut être complètement réalisée par l'emploi d'éclisses.

L'emploi de rails de grande longueur a considérablement diminué le nombre des joints et augmenté la stabilité de la voie; celle-ci fléchissant moins sous les efforts du matériel roulant, les chocs ont diminué. Il en est résulté une économie d'entretien de la voie et du matériel, ainsi qu'une réduction des frais de traction. Sur les chemins de fer russes, on ne se sert pas encore de rails Vignoles de 12 mètres (39.36 pieds) dont l'emploi est général sur les lignes de l'Europe occidentale. Cependant la longueur maximum des barres y a été portée, comme nous l'avons dit plus haut, de 20 à 35 pieds.

Systèmes de joints et d'attaches. — *Éclisses.* — Lors de la construction des premières lignes russes, on eut recours à des coussinets en fonte avec coins en bois. La forme du creux de ces coussinets de joint et celle des coussinets intermédiaires étaient adaptées au profil de la semelle et de l'âme. On fixait les coussinets aux traverses à l'aide de boulons pénétrant à la fois la longrine et la traverse et portant un écrou à leur extrémité libre. De ce type primitif, on passa peu à peu au système formé de deux plaques de fer réunissant, à l'aide de quatre boulons, les abouts des rails, ceux-ci étant fixés aux traverses à l'aide de crampons ou de tire-fond, avec ou sans interposition de platines. Vers 1870, on essaya d'employer, au lieu d'éclisses à quatre boulons, des éclisses à trois boulons seulement (chemin de Moscou-Koursk construit par l'État) avec joints appuyés; mais ce système eut peu de partisans. Vers 1880, les éclisses plates extérieures furent peu à peu remplacées par des éclisses-cornières, façonnées, principalement pour éviter d'encocher les rails à l'endroit des crampons; à partir de 1883, on remplaça aussi par des éclisses-cornières les éclisses plates intérieures, l'expérience ayant démontré que la voie avait une tendance à s'élargir à l'endroit des joints quand les éclisses n'étaient pas de forme identique des deux côtés du rail.

Le tableau ci-après donne les principales dimensions et le poids propre des éclisses-cornières en fer pour les rails des types normaux de 24, 22 $^1/_2$, 21 $^2/_3$, 20 et 18 livres par pied courant.

TYPES DES RAILS EN ACIER.	Épaisseur de la branche verticale de l'éclisse.	Hauteur de l'éclisse depuis l'arrête inférieure de la branche horizontale.	Distance des deux points de contact de l'éclisse.	Largeur de la branche horizontale à partir du sommet de l'angle de l'éclisse.	Longueur de l'éclisse.	Distance entre les milieux des encoches.	Poids propre d'une éclisse.
	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Kilog.
18 livres par pied courant . . .	14.35	69.32	63.97	48.85	609.6	497.6	6,489
20 id. id. . . .	18	81	70.5	51	609.6	508	7,932
21 2/3 id. id. . . .	18	85.6	75	51.75	609.6	508	8,517
22 1/2 id. id. . . .	18	82.25	75	51	609.6	508	8,395
24 id. id. . . .	18	89.5	76	51.75	609.6	508	8,456

Boulons. — Les boulons ont ordinairement 19 millimètres de diamètre, quel que soit le type des rails; leur longueur totale étant de 92 millimètres et celle de la partie filetée de 41 millimètres. Du reste, certaines lignes se servent de boulons de 22 millimètres et même de 25 millimètres de diamètre. Le poids moyen d'un boulon de 19 millimètres de diamètre est de 0.43 kilogramme.

Platines à deux trous. — Elles ont 150 × 175 × 14 millimètres et pèsent 2.775 kilogrammes pour les rails des types de 20 et 24 livres; pour ceux des types 21 $^2/_3$ et 22 $^1/_2$ livres, elles ont 150 × 170 × 14 et pèsent 2.721 kilogrammes.

Crampons. — Ils ont d'habitude 140 millimètres de longueur, tête comprise, sauf ceux de joint qui, à cause d'une plus grande hauteur de bec, ont 155 millimètres de long. On emploie exclusivement des crampons de forme prismatique à quatre faces chacune de 14 millimètres de largeur, et on les affûte sur une longueur de 25 millimètres. Le poids moyen d'un crampon ordinaire est de 0.213 kilogramme, ceux de joint pèsent 0.263 kilogramme.

Tire-fond. — Ils ont un corps de forme tronconique de 140 millimètres de longueur avec 14 millimètres de diamètre au bout et 21 millimètres près de la tête. Le filet de la vis est triangulaire; la vis est cylindrique et a 20 millimètres de diamètre extérieur; de sorte que la profondeur du filet, qui est de 3 millimètres à l'extrémité, se réduit à zéro au sommet. Les tire-fond ne résistent pas aussi bien que les crampons à l'ébranlement dans le sens de la longueur de la traverse, on est donc obligé de leur donner une plus grande section. Les tire-fond font surtout bon usage dans les traverses en chêne, en hêtre et même en sapin très serré, mais elles mâchent le bois des traverses d'essence tendre et, par suite, ne sont pas pratiques. Le ministère des voies de communication a engagé les chemins de fer, en 1886, à remplacer peu à peu, pour les traverses en chêne, les crampons du côté intérieur de la voie par des tire-fond. Pour les traverses en pin, ce changement n'est obligatoire que sur des pentes de 8 millimètres et au-dessus et sur les courbes de 400 sagènes (852 mètres) de rayon et au-dessous; il est également imposé pour le côté extérieur, mais seulement si les traverses sont en bois dur ou injecté.

Sur les chemins à voie étroite, on emploie des éclisses plates et des éclisses-cornières. Nous reproduisons ci-après les dimensions principales des trois types différents d'éclisses adoptés sur les chemins de fer de Iaroslav-Vologda, Novgorod et Irinovo.

Sur le chemin de Iaroslav-Vologda, on se sert pour les rails Vignoles d'un poids de 15.21 livres par pied courant, de deux éclisses à cornières qui ont :

11 millimètres d'épaisseur pour la branche verticale;
10 id. id. id. horizontale;
506 id. de hauteur;
995.25 millimètres carrés de section.

Les encoches des éclisses de ce type sont à une distance de 30 millimètres des extrémités, et les trous des boulons ne sont pas disposés symétriquement.

Au chemin de fer de Novgorod, on applique aux rails de 13 livres par pied courant, d'un côté, une éclisse plate et, de l'autre, une éclisse-cornière. Les éclisses plates ont une longueur de 390 millimètres, une épaisseur au milieu de 13 millimètres et une hauteur de 52 millimètres entre les lignes de contact horizontales. Les dimensions des éclisses-cornières sont presque les mêmes que sur le chemin de Iaroslav, sauf que la branche verticale a 13 millimètres d'épaisseur.

Sur le chemin de fer d'Irinovo, qui a été livré à la circulation au mois de septembre 1892, et dont les rails pèsent 7.44 livres par pied courant, on emploie des éclisses plates de 283 millimètres de longueur, d'une épaisseur moyenne de 7 millimètres et d'une hauteur de 54 millimètres entre les lignes de contact horizontales.

Les dimensions des autres éléments des attaches de rails employés sur les chemins de fer à voie étroite sont données par le tableau suivant :

	BOULONS.		CRAMPONS.			PLATINES OU SELLES A DEUX TROUS.		
	Diamètre en millimètres.	Longueur en millimètres.	Section en millimètres.	Longueur, tête comprise. Aux traverses inter-médiaires.	Longueur, tête comprise. Aux traverses de joints.	Épaisseur.	Largeur.	Longueur.
				Mill.	Mill.			
Iaroslav-Vologda	19	73	14 × 14	131	145	10	152	102
Novgorod	16	67	12 × 12	115	145	6	150	90
Irinovo	13.5	47	11 × 11	110	145	6	150	90

Joints et attaches en acier. — Jusqu'en 1883, les éclisses, boulons et crampons se faisaient en Russie exclusivement en fer forgé, bien que la question de l'emploi de l'acier coulé pour la fabrication des éléments des attaches et des joints eût été déjà soulevée vers la fin de l'année 1881 par l'aciérie de Varsovie, qui demanda au ministre des voies de

communication l'autorisation de faire ces pièces en acier. Pour se rendre compte de la valeur comparative des attaches et des joints en fer et en acier, on procéda à Saint-Pétersbourg à des expériences qui démontrèrent que l'acier avait la supériorité et que les dimensions des pièces devaient être modifiées en conséquence. On trouva que le meilleur métal pour les éclisses était celui qui contenait en moyenne 0.35 p. c. de carbone avec le moins de silice, de phosphore et de manganèse possible, et dont la résistance à la rupture était de 40 à 55 kilogrammes par millimètre carré, tandis que pour les platines, les boulons et les crampons, il convenait surtout d'employer de l'acier doux corroyable contenant de 0.18 à 0.20 p. c. de carbone avec un minimum de silice, phosphore et de manganèse. Eu égard à l'effet nuisible du poinçonnage sur l'acier, on décida d'avoir recours au perçage pour les trous des éclisses et des platines.

Cependant les représentants des usines de rails d'acier firent observer que le perçage des trous des éclisses et des platines entraînait une augmentation du prix par poud et que des retard en résultaient dans la livraison de fortes commandes, et ils demandèrent à être autorisés à poinçonner les trous au lieu de les percer. On fit donc procéder à l'usine Poutilov à des essais comparatifs de trois espèces d'éclisses et de platines :

a) Avec trous poinçonnés à froid;
b) Avec trous percés;
c) Avec trous poinçonnés à chaud, le métal étant préalablement porté à la température du rouge-cerise.

Ces essais démontrèrent que pour l'acier doux, contenant au plus 0.10 à 0.15 p. c. de carbone, le poinçonnage des trous influait d'une manière tout à fait insensible sur la résistance à la rupture ou à la flexion et que sous ce rapport une faible augmentation de la dureté du métal avait bien plus d'importance. On constata en même temps qu'il valait mieux poinçonner les trous à froid, parce qu'autrement on risquait de surchauffer les platines et les éclisses et que l'acier en se refroidissant après le poinçonnage pouvait se tremper.

A la suite de ces résultats d'expérience, on exigea, à partir de 1884, lors des commandes, que les attaches et les éléments des joints fussent fabriqués avec de l'acier contenant en moyenne de 0.10 à 0.15 p. c. de carbone, en accordant la faculté de poinçonner les trous des éclisses et des platines au lieu de les percer.

Conditions techniques pour la fourniture des attaches. — Actuellement, tous les chemins de fer russes ont adopté, pour la commande et la réception des attaches et des pièces de joint en acier, les conditions techniques qui ont été arrêtées par le gouvernement à la fin de 1888 et dont voici les principaux points :

A. Conditions générales. — *Dimensions*. — Les éléments des joints et des attaches doivent être conformes aux dessins approuvés. Les seuls écarts admis dans les dimensions qui y sont indiquées sont les suivants :

a) *Éclisses* : 1/2 millimètre pour le diamètre des trous, la largeur des encoches, la distance entre les centres des trous et des encoches et les dimensions transversales; 2 millimètres pour la longueur.

b) *Platines :* 1/2 millimètre pour la dimension des trous, leur espacement et l'épaisseur; 2 millimètres pour la largeur et la longueur.

c) *Boulons, tire-fond et crampons :* 3 millimètres pour la longueur; 1/2 millimètre pour les autres dimensions.

Aspect extérieur des pièces. — La surface des pièces doit être unie, nette, sans exfoliations, fissures ni boursouflures.

Il est défendu de faire disparaître les traces de semblables défauts; il n'est permis que d'enlever à froid, au burin ou à la lime, les saillies et aspérités peu importantes de la surface des pièces.

Cuisson. — Les éléments des joints et des attaches en fer coulé, après avoir reçu une forme identique à celle du dessin et du gabarit, doivent, avant d'être éprouvés, être chauffés au rouge-cerise et ensuite refroidis lentement.

> *Remarque.* — Si les vis sont filetées à la machine, à chaud, le rechauffage peut être remplacé par un refroidissement lent, au sortir de la machine, dans du sable ou de la cendre sèche.

Poids normal. — Les pièces, dont l'aspect extérieur répond aux conditions de réception, sont portées sur la balance.

Le poids normal de chaque élément d'attaches et de joint est déterminé en pesant un certain nombre de ceux qui s'écartent le moins du dessin par leurs dimensions, et en divisant le poids total obtenu par le nombre de pièces.

Pour déterminer le poids normal des éclisses, on en pèse cent pièces, et pour les autres éléments (platines, boulons, vis et crampons) on pèse cent cinquante pièces.

La somme à payer est calculée d'après le poids effectif du lot entier, en admettant au maximum une différence en moins de 2 p. c. par rapport au poids normal; toute différence en plus, représentant plus de 1 p. c. de ce poids, n'est pas payée.

On procède à la détermination du poids normal des éclisses après chaque livraison de 5,000 pouds, et de celui des autres éléments après une livraison de 1,000 pouds.

Visite et réception. — Les éléments d'attaches et de joint présentés à la réception sont soumis à un double examen :

a) L'examen extérieur et le mesurage, pour vérifier s'ils sont conformes aux dessins;

b) L'épreuve mécanique d'un certain nombre d'entre eux, pour constater la bonne qualité du métal dont ils ont été fabriqués.

On examinera et l'on mesurera chaque pièce; et si le nombre des pièces insuffisantes ne dépasse pas 2 p. c., on les retirera du lot visité et on soumettra le reste aux épreuves; si le pour-cent des pièces non satisfaisantes dépasse 2 p. c., mais est inférieur à 10 p. c., on accordera la faculté à l'usine de retirer tout le lot avant l'épreuve mécanique et de le proposer une seconde fois à la réception. Si le nombre d'éléments défectueux dépasse 10 p.c., le lot présenté pour la seconde fois sera rebuté.

B. Éclisses. — La surface des éclisses en général et la surface d'appui contre le rail en particulier doivent être nettes et parfaitement dressées; cette dernière doit avoir rigoureusement l'inclinaison indiquée sur le dessin.

Les trous doivent être cylindriques, avoir des arêtes nettes et régulières, et être percées perpendiculairement aux surfaces latérales, sans aspérités.

Les arêtes extrêmes des éclisses doivent être perpendiculaires à leur axe longitudinal.

Les éclisses dont l'aspect extérieur et les dimensions ne sont pas satisfaisantes seront refusées et retirées du lot à livrer. Les éclisses refusées mises de côté, on répartira celles qui restent en

lots de mille pièces. L'agent récepteur choisira, dans chacun de ces lots, 11 éclisses pour être soumises aux épreuves.

Celles-ci consisteront dans les opérations suivantes : On emploiera 8 des 11 éclisses à faire quatre joints composés de deux bouts de rails de 3 pieds chacun, assemblés au moyen de 2 éclisses à éprouver fortement serrées par des boulons. Deux de ces joints seront éprouvés à la pression et deux au choc.

Épreuves à la pression. — Le joint posé sur deux appuis espacés de 3 pieds sera soumis à l'effet de la pression A renseignée dans le tableau ci-après, appliquée au milieu entre les appuis et maintenue pendant une durée de cinq minutes.

TYPE DES RAILS.		A en kilogrammes.
	En livres.	
Grande Société des chemins de fer russes	24.33	18,281
État	21 ²/₃	15,152
Id.	20.00	13,105
Id.	18 ¹/₃	11,057
Id.	17.00	9,050

Remarque. — Si la distances entre les appuis est de 3 ¹/₂ pieds, la charge sera de 0.85 A.

Épreuve au choc. — Le joint supporté par des appuis espacés de 3 ¹/₂ pieds doit résister au choc d'un mouton de 30 pouds (491.40 kilogrammes) tombant en son milieu d'une hauteur de 4.64′ = 1.414 mètres.

Pendant ces deux épreuves, les éclisses ne doivent présenter aucune trace de détérioration, de fissures, de déchirures ou de rupture, même si le joint fléchit ou que les boulons viennent à se rompre.

Si *une seule* des éclisses ne satisfait pas à cette condition, tout le lot de 1,000 pièces déjà essayé est soumis à une contre-épreuve. Pour les nouveaux essais, le lot est divisé en plusieurs autres de 250 éclisses, dans chacun desquels on choisit 8 pièces à éprouver, d'après les règles énoncées ci-dessus; les lots dont une seule pièce ne résisterait pas aux épreuves seront refusés.

Les trois éclisses restantes sont essayées à la flexion de la manière suivante : Les éclisses plates sont courbées à froid sous l'effet d'une pression continue jusqu'à angle droit, sans qu'il puisse se produire le moindre indice de détérioration dans le métal.

Les éclisses-cornières, avant d'être soumises à cette épreuve, sont déployées et aplaties sur toute leur longueur à la fois avec un marteau à devant sans qu'elles puissent présenter de déchirures; puis on les essaye comme des éclisses plates.

Si, de 3 éclisses à éprouver, 2 ne résistent pas aux épreuves, on refuse le lot de 1,000 pièces dont elles font partie; si une seulement ne résiste pas, le lot est subdivisé en quatre lots de 250 pièces pour chacun desquels on essaye de nouveau 3 éclisses, et si une seule de celles-ci ne supporte pas l'épreuve, on refuse tout le lot correspondant de 250 pièces.

C. Platines. — La surface des platines doit être lisse et plane, les trous doivent être lisses avec des bords nets, sans aspérités ni fissures. On essaye les platines de la façon suivante : L'agent réceptionnaire choisit à volonté, dans chaque millier de platines dont l'aspect et les dimen-

sions auront été reconnus satisfaisants, 3 pièces qui seront recourbées à froid à angle droit. Après cette flexion, le métal ne devra pas porter le moindre indice de détérioration.

D. Boulons, écrous, tire-fond et crampons. — *Boulons.* — Les boulons doivent être de forme régulière et conformes au dessin; les têtes munies d'ergots ne doivent pas être soudées au corps, mais être forgées de la même tige. Le filet doit être à droite, du système Whitworth, d'une longueur au moins égale à celle renseignée sur le dessin; le filet ne sera pas tronqué mais à pointes vives; son axe doit coïncider avec celui du corps du boulon.

Écrous. — Les écrous doivent être exécutés avec précision et bien achevés. Les trous doivent être bien cintrés et percés normalement aux bords; le filet du boulon doit complètement s'adapter à celui de l'écrou; chaque écrou doit pouvoir se visser sur tous les boulons, sans entamer le filet, à la main et sans jeu jusqu'au fond; lorsqu'il est engagé sur six filets, il doit tenir ferme et ne pas branler.

Tire-fond. — Ils doivent être régulièrement faits, conformément au dessin; leurs têtes ne doivent pas être soudées, mais forgées de la même pièce. Le corps de la vis doit être tout à fait droit. Le filet est plein, comme l'indique le dessin, avec des arêtes vives; son axe coïncide avec celui du corps.

> *Remarque.* — Les boulons et les tire-fond doivent être graissés immédiatement après l'opération du filetage, par leur immersion dans un bain de graisse fondue.
>
> Les boulons et les tire-fond sont essayés à froid en courbant la tige jusqu'à ce que son extrémité vienne toucher la tête, opération pendant laquelle il ne peut se produire aucun indice de détérioration du métal, ni au coude ni près de la tête.
>
> Les écrous sont essayés de la manière suivante : Après avoir enlevé l'écrou du boulon, on le pose par une de ses faces latérales sur une enclume et on le frappe avec un marteau jusqu'à ce qu'il s'aplatisse de 20 p. c. de sa hauteur primitive, et la matière ne doit porter aucune trace de détérioration après cette épreuve. On soumet à de pareilles épreuves 3 boulons avec leurs écrous et 3 tire-fond, pris dans chaque millier dont l'aspect extérieur et les dimensions ont été trouvés satisfaisants.

Crampons. — La tête et le corps des crampons doivent être d'une seule pièce. Ils doivent être nettement poinçonnés, bien entiers; leurs becs ne peuvent être écornés. La hauteur de la tête ne peut être moindre que celle indiquée sur le dessin.

On soumet aux épreuves 5 pièces par mille crampons trouvés satisfaisants d'aspect et de dimensions; 3 crampons sont recourbés à froid jusqu'à ce que leur extrémité touche le bec; les 2 autres crampons doivent pouvoir être enfoncés et arrachés dans une traverse en chêne six fois sans se détériorer. Après l'une comme après l'autre épreuve, le métal ne peut présenter aucune trace de détérioration.

> *Remarque.* — Jusqu'en 1889, au lieu d'enfoncer les crampons six fois dans une traverse en chêne, on les enfonçait douze fois dans une traverse en sapin frais et on les en retirait à l'aide d'une pince.

E. Triage des éclisses, boulons, écrous, tire-fond et crampons. — Si dans le nombre des 3 éclisses, boulons, écrous et tire-fond, et des 5 crampons soumis aux épreuves, il s'en trouve 2 qui n'y résistent pas, on refuse tout le mille dont ils font partie; mais, si une seulement des 3 pièces ne résiste pas, le mille correspondant est subdivisé en quatre lots de 250 pièces dont on éprouve 3 éclisses, boulons, écrous ou tire-fond et 5 crampons; si l'une de ces pièces ne supporte pas les épreuves, on refuse le lot entier des 250.

Il faut remarquer que, eu égard à ce que la fabrication des pièces de joint et d'attaches

en acier fondu est relativement récente, certains chemins de fer russes préfèrent jusqu'à présent se servir de boulons, de tire-fond et de crampons en fer forgé. Les conditions techniques relatives à la fabrication et à la réception de ces pièces ne diffèrent pas sensiblement de celles que nous venons de citer.

Les essais et la réception des pièces de joint et des attaches sont confiés à l'inspection des usines, ce qui en garantit absolument la bonne qualité.

Entretien des joints et des attaches. — On peut se faire une idée de ce que coûte sur la plupart des chemins de fer russes l'entretien des joints et des attaches d'après le tableau suivant, dressé conformément aux données des comptes rendus de 1890 :

Numéros des groupes	Nombre des lignes.	DÉSIGNATION DES LIGNES DE CHAQUE GROUPE.	Longueur exploitée (1).	Dépense totale.	Dépense par verste.
			Verstes.	Roubles.	Roubles.
1	9	Samara-Zlatooust, Poléssié, Novgorod, Varsovie-Térespol, Vistule, Catherine, Orenbourg, Ivangorod-Dombrova et Iaroslav-Vologda	4,843 (4,703)	69,298	14.73 (de 6.89 à 25.60)
2	9	Riga-Toukoum, Baltique, Mitau, Transcaucase, Koursk-Kiev, Oural, Moscou-Iaroslav, Kharkov-Nicolaïev et Mourom	4,684 (4,690)	206,010	43.92 (de 27.43 à 52.19)
3	9	Donétz, Koursk-Kharkov-Azov, Kozlov-Saratov, Griazi-Tsaritzyne, Orel-Vitebsk, Rybinsk-Bologoë, Lodz, Fastov et Vladicaucase	4,603	305,901	66.41 (de 54.49 à 83.86)
4	9	Riazan-Kozlov, Moscou-Brest, Libau-Romny, Novotorjok, Kozlov-Voronège-Rostov, Orel-Griazi, Sud-Ouest, Chouia-Ivanovo, Lozovo-Sébastopol.	7,178 (6,973)	748,187	107.30 (de 88.24 à 125.00)
5	8	Moscou-Koursk, Moscou-Riazan, Riga-Dvinsk, Moscou, Nijni-Novgorod, Dvinsk-Vitebsk, Nicolas, Saint-Pétersbourg-Varsovie et Varsovie-Vienne. .	3,935 (3,930)	785,464	199.99 (de 141.68 à 379.16)
	44	Total. . .	25,243 (24,899)	2,114,860	84.93

(1) Les chiffres entre parenthèses indiquent la longueur moyenne exploitée.

On arrive à tirer de ce tableau à peu près les mêmes conclusions, relativement à la durée des éléments des joints et des attaches, que celles auxquelles nous sommes arrivés pour la durée des rails au titre 4 du présent chapitre.

Les prix auxquels les chemins de fer achètent ces éléments de la voie varient peu; ils sont en moyenne de 2 roubles par poud (16.38 kilogrammes) pour les éclisses, de 3.70 par poud pour les boulons et les tire-fond et de 2.65 par poud pour les crampons, à l'usine.

6. — Aiguillages et croisements de voie.

Les aiguillages et les croisements des chemins de fer russes ont leur histoire aussi bien que les rails, les joints et les attaches. Pour la reproduire presque sans aucune omission, il suffit, croyons-nous, de résumer celle de notre plus ancienne ligne à grand trafic, la ligne Nicolas, d'autant plus que tous les types d'aiguilles et de croisements qui aient jamais été appliqués sur les chemins de fer russes existent encore jusqu'à présent sur cette ligne et peuvent être étudiés sur place.

Types divers d'aiguillages. — Pour faire passer le matériel roulant d'une voie à une autre, on emploie sur le chemin de fer Nicolas les appareils suivants :

1° *Les aiguillages de l'ancien type* (à l'américaine) sont formés uniquement de deux rails mobiles, réunis entre eux par des tringles en fer et pivotant chacun autour de l'une de ses extrémités fixes. L'appareil se déplace au moyen d'un levier, de façon que les extrémités mobiles viennent se placer à volonté dans le prolongement de l'une ou de l'autre voie du branchement. Ce type d'aiguilles ne se retrouve plus que sur les voies de réserve, mais au moment de la cession de la ligne à la Grande Société des chemins de fer russes, il existait encore sur les voies principales. On l'appliquait aussi, sous le nom d'aiguilles triples, aux branchements doubles, c'est-à-dire à l'appareil qui sert à raccorder trois voies au même point;

2° *Les aiguillages du nouveau type* sont composés de deux aiguilles réunies entre elles par des tringles de connexion en fer rond et pivotant autour de leurs talons entre les deux files extérieures de rails fixes et continues. A vrai dire, il existe deux types de ces aiguillages, le vieux type français et celui des usines John Brown et Kammel; mais les aiguillages français n'ont été conservés que sur les voies de réserve. Toute la différence entre les aiguillages des deux dernières usines consiste dans la manière de fixer les tringles de connexion aux aiguilles; dans les aiguillages John Brown, elles sont coudées et s'emmanchent directement dans des ouvertures pratiquées dans les aiguilles, tandis que dans les aiguillages Kammel, elles sont droites et sont assujetties aux aiguilles par des rebords;

3° Sur les voies de réserve, on trouve encore des changements de voie de l'usine Wickers, avec une seule aiguille mobile. On en avait posé aussi d'abord sur les voies principales (de 1869-1870), mais en 1888 on les a retirés par suite des inconvénients qu'ils présentaient;

En 1885, une conférence fut réunie par ordre du département des chemins de fer, pour étudier dans quelles conditions les changements Wickers pouvaient être conservés dans les voies principales, sans danger pour la circulation des trains, et voici la conclusion qu'on trouve dans ses procès-verbaux :

1° Les changements Wiekers, n'ayant qu'une seule aiguille mobile, sont très faciles à manœuvrer à l'aide de leviers et ne présentent de danger que pour le passage des locomotives dont les roues motrices sont dépourvues de mentonnets;

2° Les roues sans mentonnets des locomotives employées sur le chemin Nicolas ont 5 $^{1}/_{16}$ à

$5\ ^{13}/_{16}$ pouces (135 à 152 millimètres) de largeur de bandage; or, l'intervalle entre le champignon du rail et le contre-rail près de la pointe de l'aiguille fixe, avec les platines actuellement employées, va jusqu'à $5\ ^{1}/_{4}$ pouces; un moindre jeu de la part des boulons qui fixent le rail et le contre-rail à la platine permettrait donc aux roues sans mentonnets de pénétrer entre les champignons près de la pointe de l'aiguille, de détériorer l'appareil et de faire, par suite, dérailler la locomotive.

En conséquence, la conférence trouve indispensable :

1° De ramener l'intervalle entre les champignons du rail et du contre-rail près de la pointe de l'aiguille à $4\ ^{3}/_{4}$ pouces, et de réduire à cet effet les fourrures entre les rails, de telle façon qu'à l'endroit le plus large, leur épaisseur n'excède pas $6\ ^{5}/_{16}$ et que l'intervalle entre les champignons du rail et du contre-rail ne dépasse pas $4\ ^{3}/_{4}$ pouces;

2° De remplacer, au fur et à mesure des besoins de l'entretien, les soixante-dix changements de ce système qui se trouvent sur les voies principales, par des changements Kammel, les aiguillages Wickers pouvant être employés sur les voies de réserve des stations, où ils sont de beaucoup à préférer aux aiguillages américains. Il serait désirable d'effectuer le remplacement des aiguillages Wickers sur les voies principales du chemin Nicolas, dans l'espace de trois ans, en 1886, 1887 et 1888.

4° En 1887, on posa à titre d'essai, à la gare de Saint-Pétersbourg, un *branchement* (changement et croisement) du *système Williams*. Avec ce système, les rails de la voie principale restent absolument continus. La voie secondaire, posée en plan incliné de manière à permettre aux mentonnets des roues de franchir le rail de la voie droite au croisement, se termine par deux aiguilles qui ont un profil spécial et viennent s'appliquer contre les rails de la voie principale. Le passage des changements et des croisements de cette espèce est très doux et s'effectue sans bruit; mais il est assez difficile de mouvoir les aiguilles, surtout en hiver, et il est impossible de les actionner à l'aide de la transmission employée pour la manœuvre à distance par poste central;

Un procès-verbal relatif à ce système d'aiguillages et de croisements, en date du 7 avril 1889, dit ce qui suit :

1° L'aiguillage et le croisement Williams ont été posés en octobre 1887, sur la seconde voie au passage de la deuxième à la troisième voie (voir le plan de la gare de Saint-Pétersbourg, n° 12). Ce branchement ne travaille que dans des cas exceptionnels, quand il faut former en même temps plusieurs trains de voyageurs;

2° L'aiguillage Williams se manœuvre à la main, et il n'y a pas moyen de l'intercaler dans le groupe d'aiguillages manœuvrés par le poste central; sa manœuvre à la main s'effectuant, en effet, même difficilement en été; s'il était intercalé dans le groupe dont il s'agit, sa manœuvre deviendrait encore plus difficile, surtout en hiver, quand la neige et la glace viendraient s'amasser sous le changement de voie;

3° Comme il n'y a pas de solution de continuité des rails avec le système Williams, le franchissement de cet aiguillage s'effectue très doucement, sans choc, ni bruit; il est donc à recommander de les employer pour raccorder aux voies principales les voies de garage dans les haltes, ainsi que les voies de ballastage et tous les embranchements sur lesquels les trains de grande vitesse ne pénètrent pas et où il n'y a pas une circulation intense exigeant un fréquent déplacement des aiguilles.

5° *Les croisements du vieux type* sont formés d'un bout de rail mobile, fixé en son milieu au centre d'une plaque circulaire en fonte tournant dans la rainure d'un cercle

fixe; on n'en rencontre plus aujourd'hui que sur les voies de garage, mais à l'époque où la ligne passa à la Grande Société, il en existait encore sur les voies principales. Les croisements mobiles avaient de grands inconvénients; en faisant l'aiguille, les aiguilleurs, soit par oubli, soit par le manque de temps, négligeaient fréquemment d'amener le croisement en place, et il en résultait de nombreux déraillements;

6° Parmi les *croisements du nouveau type*, on peut ranger :

a) Le croisement *John Brown* en acier coulé, symétrique, pouvant être retourné de bout en bout; ce croisement convient surtout aux lignes principales à double voie, où le mouvement des trains, toujours dirigés dans le même sens, contribue à les serrer fortement dans leurs coussinets;

b) Le croisement *Wickers*, qui se distingue du précédent uniquement en ce qu'il est fixé aux traverses au moyen d'appendices dans lesquels s'engagent des tire-fond; on ne trouve ce genre de croisement que sur les voies de garage;

c) Le croisement *Kammel* double, à pointe en acier fondu réuni aux rails aboutissants par des boulons; il est fixé aux traverses au moyen de crampons qui traversent des platines rivées aux rails;

d) Les croisements *en fonte*, simples, coulés d'une pièce et fixés aux traverses à l'aide de boulons; ils ont été posés du temps de l'administration de l'État et ne se retrouvent plus que sur les voies de garage;

e) Les croisements *en rails* dont la pointe est composée de deux rails rabotés; les pattes de lièvre sont aussi formées avec des rails fixés aux traverses à l'aide de crampons. La matière employée est le fer ou l'acier.

Dans une note relative aux projets de nouveaux croisements de la ligne Nicolas, il est dit ce qui suit :

Au moment de la cession de la ligne Nicolas à la Grande Société, tous les changements de voie étaient à croisements mobiles; à cause de leurs inconvénients avérés, ils furent, immédiatement après la réception de la ligne par la Compagnie, remplacés, sur les voies principales, par des croisements fixes en acier de trois types différents indiqués par les dessins n°s 1, 2 et 3. Cinq années environ se sont écoulées depuis le moment de la pose de tous ces croisements; aussi a-t-on pu déjà se rendre compte par la pratique des mérites et des défauts respectifs de chacun des trois types employés, et peut-on faire choix de celui qu'il convient de préférer à l'avenir sur le chemin Nicolas.

Le type n° 1, de l'usine Wickers, coulé d'une seule pièce en acier sans être forgé, n'a pas donné de bons résultats. Il est impossible de couler d'une manière satisfaisante, d'une pièce, des croisements de forme aussi compliquée, comprenant des parties d'épaisseur très différente; la masse d'acier contenait toujours des soufflures intérieures qui ont donné lieu à de telles avaries, que tous les croisements dont il s'agit demandent déjà à être remplacés.

Le type n° 2, de l'usine Brown, est aussi coulé d'une seule pièce, mais ensuite forgé. Le métal de ces croisements est d'excellente qualité et on n'y a point découvert de soufflures; l'unique détérioration qu'ils présentent consiste dans l'usure des rails contre-cœur, qui a atteint seulement cette année, c'est-à-dire après plus de quatre ans de service, un tel degré qu'il a fallu les retourner tous. Néanmoins, ce type a l'inconvénient qu'après que les rails contre-cœur seront usés de l'autre côté, il faudra remplacer en entier le croisement dont la pointe sera en parfait état et qui pourrait servir plus longtemps si l'appareil n'était pas d'une

seule pièce. De plus, il n'offre pas assez de sécurité dans les parties de voie parcourues par des trains à grande vitesse, parce qu'à cause de leur exiguïté ils n'ont pas une inertie suffisante, et qu'ils sont fixés aux travers par l'entremise de coussinets en fonte, très aptes à se rompre.

Le type n° 3, de l'usine Kammel, se compose d'une pointe en acier à laquelle viennent s'adapter deux rails ordinaires en acier. Cette pointe est ainsi faite, qu'usée d'un côté, on peut la retourner. Elle porte l'inscription « Armstrong's Patent », signifiant qu'elle a été forgée; mais on pourrait douter qu'il en soit ainsi, à en juger d'après certaines avaries dues à la présence des mêmes soufflures que dans les croisements non forgés du type n° 1. Cependant, les avaries sont très rares, car sur 180 croisements du type n° 3, deux seulement ont été complètement détériorés, soit 1 $^1/_{10}$ p. c., et 13 pointes ont été retournées, soit 7 $^1/_4$ p. c. La détérioration normale, de même que dans les croisements du type n° 2, consiste dans l'usure des rails contre-cœur; elle n'est pas plus forte, d'ailleurs, que pour ce dernier type et elle est facile à réparer en remplaçant les rails dont il s'agit par des nouveaux, opération qu'on peut répéter tant que la pointe n'est pas complètement usée.

Eu égard à la facilité d'entretien des croisements du type 3, et à l'avantage de pouvoir les fixer solidement à leur support en bois à l'aide des crampons ordinaires, comme le montre le dessin, ce type paraît être le meilleur des trois sur la ligne Nicolas. On se propose de le choisir pour remplacer les croisements hors de service des deux autres types, en donnant cependant une forme plus rationnelle aux rails contre-cœur, ainsi qu'il est indiqué par le dessin n° 4, et en exigeant d'une manière absolue, lors de la commande, que les pointes soient parfaitement forgées.

Comme nous l'avons dit plus haut, ce n'est que sur les voies principales que les croisements mobiles ont d'abord été remplacés par des croisements fixes; non seulement on laissa ceux qui se trouvaient sur les voies de garage existantes, mais encore, toutes les fois que l'on construisait de nouvelles voies en extension dans les stations, on y transportait les croisements mobiles retirés des voies principales. Plus tard, cependant, afin de diminuer le nombre des aiguilleurs, les croisements mobiles furent aussi, peu à peu, remplacés sur les voies de garage par des croisements fixes, non en acier mais en fer, construits avec des bouts encore en bon état de vieux rails retirés de la voie; les pointes étant formées de parties soudées ensemble, on fut obligé d'utiliser à cet effet des rails Demidoff, en fer de Sibérie très maléable. Ces croisements reviennent à très bon marché, mais sont très peu durables; ils ne peuvent servir d'ordinaire pendant plus d'une demi-année. Pour ce motif, on se propose d'employer à l'avenir sur les voies de garage des croisements plus résistants en acier, mais d'un type moins coûteux que sur les voies principales. Ces croisements sont figurés sur le dessin n° 5, qui montre que leurs pointes doivent être composées de rails d'acier convenablement rabotés, rivés ensemble, et boulonnés ensuite aux rails contre-cœur. En outre, pour augmenter la solidité de l'ensemble des pièces du croisement, tous les rails qui le composent sont fixés à deux semelles ordinaires en fer. Comme on n'aura besoin que de bouts de rails de 10 pieds de longueur et que la ligne possède déjà un grand nombre de rails d'acier hors de service dont l'unique avarie consiste en ce qu'ils sont rompus, on les utilisera pour les croisements; et comme on pourra ainsi faire abstraction de la valeur des rails employés, le prix de revient réel du croisement ne sera que de 30 à 40 roubles.

Dans les croisements des systèmes mentionnés ci-dessus, la tangente de l'angle est le plus généralement représentée par le rapport de $^1/_{11}$ et quelquefois de $^1/_9$. Sur les lignes de l'État, on a adopté un angle de 5°11′40″ avec une tangente de 0.09, ou un angle de 6°50′0″ avec une tangente de 0.12.

Les croisements que nous venons de décrire sont ordinairement employés dans la

jonction de deux voies; les croisements utilisés aux traversées de voie — lesquelles sont très rares sur les chemins de fer russes — ont une configuration qui dépend de l'angle sous lequel se coupent les voies, et qui varie dans les limites de 5 à 90°. Ces croisements sont également de différents types. Ils sont coulés en fonte ordinaire ou dure, ou construits en rails avec ou sans pointe en acier fondu. On en rencontre si rarement sur le réseau russe, qu'il n'est pas nécessaire de nous y arrêter plus longuement.

Signaux d'aiguilles. — Pour indiquer la position de l'aiguille, on emploie principalement le signal à lanterne du système Bender, manœuvré par le même levier que l'aiguille. On sait que ce signal, employé aussi en Autriche, est éclairé par réflexion, tandis qu'en Allemagne, les appareils analogues sont généralement éclairés par transparence.

Conditions techniques. — Jusqu'à présent, le ministre des voies de communication n'a pas arrêté de conditions techniques spéciales pour la construction des aiguillages. Il n'existe que des circulaires prescrivant de prendre des mesures contre le surécartement de la voie aux aiguillages et contre le soulèvement des extrémités des aiguilles, ou leur écartement des rails fixes contre lesquels elles doivent être appliquées. Il suffira donc de citer ici un extrait des conditions techniques imposées dans les commandes d'aiguillages et de croisements des chemins de fer de l'État.

1° L'ensemble des appareils qui servent à raccorder deux voies entre elles, appelé *branchement*, comprend : un *aiguillage* ou *changement* et un *croisement* ;

2° L'aiguillage se compose des parties métalliques suivantes : d'un cadre comprenant deux rails d'acier du type ordinaire (d'un poids de 22 $^1/_2$ livres par pied courant) ; de deux aiguilles en acier, faites de rails type Williams, et réunies entre elles par trois entretoises en fer ; seize coussinets en fer avec douze platines courtes et deux longues (spéciales); pour quatre coussinets, quatre platines de joints; huit éclisses de joints simples avec des boulons à contre-écrous; vingt-huit tire-fond, pour réunir les coussinets aux traverses du changement de voie; seize boulons pour fixer les rails du cadre aux coussinets, dont six avec des têtes allongées; quatre crampons à double tête; une tringle en fer servant à réunir l'aiguille au levier de manœuvre et d'un mécanisme de manœuvre de l'aiguille, composé d'un levier en fer sur un socle en fonte, d'un contrepoids, des boulons nécessaires, etc. De plus, toutes les aiguilles doivent être munies de tiges pour les lanternes et de lanternes Bender ;

3° Les parties métalliques d'un croisement de voie consistent en : deux rails d'acier type Williams; un rail d'acier type ordinaire (d'un poids de 22 $^1/_2$ livres par pied courant); deux contre-rails avec des boulons et des coins en fonte ; deux coussinets en fer avec leurs platines et leurs boulons ; sept platines en fer ; deux platines spéciales (longues) ; deux éclisses simples de joint avec boulons ; deux tire-fond pour fixer les coussinets aux traverses ; trois grands boulons servant à réunir le croisement aux viroles, aux fourrures et coins en fonte ; deux boulons semblables courts et six crampons à double tête ;

4° Les rails employés aux différentes parties des aiguilles et croisements sont soumis aux épreuves générales des rails d'acier, conformément aux circulaires du ministre des voies de communication ;

5° Les boulons doivent satisfaire aux conditions suivantes : les têtes doivent être forgées d'une pièce avec la tige, proprement, sans fissures et n'être en aucun cas soudées. Le filet des ecrous et des boulons doit être du système Whitworth très régulier, de façon que chaque écrou se visse

librement, mais sans jeu, sur un boulon quelconque de même diamètre. Les boulons, courbés à la hauteur du filet, sous un angle de 45°, ne doivent pas présenter la moindre trace de fissures ou d'autres indices de rupture; le filet doit être assez solide pour qu'en serrant la vis sur le boulon fixé dans un étau, on parvienne plutôt à rompre le boulon ou l'écrou, qu'à émousser ou à briser le filet;

6° Les pièces en fer, qui font partie des aiguillages et des croisements, doivent, en outre, satisfaire aux conditions techniques approuvées pour les fournitures des fers de première qualité;

7° La fonte des pièces doit être grise, à grain serré, facile à entamer au burin. Les pièces de fonte doivent présenter une surface nette, sans gerçures, stries ou autres défauts;

8° Les aiguilles et les croisements doivent être en tout point conformes aux dessins, et le travail de toutes les pièces doit être des plus soignés;

9° Toutes les pièces des aiguilles et des croisements, sauf les rails eux-mêmes, les éclisses et les boulons, doivent être peintes à l'huile, en couleur grise, trois jours à l'avance.

Il faut faire observer que les rails Williams dont il est fait usage aux chemins de l'État pour les pointes des aiguilles et les pièces en rail rabotées des croisements, se distinguent des rails Vignoles par leur âme plus forte et, par conséquent, par leur poids plus lourd, et que c'est à cause de l'emploi de ces rails Williams que les aiguillages et les croisements eux-mêmes sont désignés sous ce nom dans les marchés des chemins de fer de l'État.

Prix d'achat et d'entretien. — Les chemins de fer russes ont pendant longtemps tiré leurs appareils spéciaux de l'étranger. Actuellement, on les fabrique d'une manière tout à fait satisfaisante en Russie.

Les prix auxquels la Grande Société des chemins de fer russes a dû commander en 1869 ses aiguillages et ses croisements, sans frais de douane, furent les suivants :

USINE.	Aiguillages sans lanternes.	Croisements.
Brown	186.16 roubles.	125.41 roubles.
Cammel	197.05 id.	131.20 id.
Wickers	220.05 id.	137.75 id.

Les commandes suivantes furent exécutées, d'après le système Cammel, à l'usine mécanique d'Alexandrovsk, appartenant à la Grande Société. Leur prix dépend surtout de celui des rails.

Au prix de 1 r. 75 c. le poud de rails, le prix d'une aiguille complète, sans lanterne, se monte à 160 roubles.

Le prix d'une lanterne du système Bender est de 15 roubles.

A partir de 1875, toutes les commandes de croisements pour voies principales furent exécutées d'après le système Kammel; des cœurs et les petites pièces furent commandées à différentes usines étrangères et russes, tandis que le montage fut exécuté par l'usine mécanique d'Alexandrovsk. Le dernier prix de l'appareil complet (1891) était de 274 r. 67 c.

Pour les voies de garage, les croisements en rails d'acier (sans cœur coulé d'une pièce)

ont été fabriqués pour la plupart aussi à l'usine mécanique d'Alexandrovsk. Au prix de 1 r. 75 c. le poud de rails, les croisements revenaient à 85 roubles.

Les dernières propositions faites à la direction des chemins de fer de l'État comprenaient les prix ci-après, sur place, valeur des rails comprise :

Aiguillages. — Roubles.	Croisements. — Roubles.	
216.15	88.09	En rails ordinaires du type de 22 1/2 livres le p. c.
De 282.50 à 363.84	95 à 113.95	En rails Williams, suivant le type d'aiguille ou de croisement.
...	164	En acier fondu, type de Varsovie-Térespol.

On peut se rendre compte de ce que coûte l'entretien des aiguillages et des croisements par le tableau ci-après, dans lequel les chemins sont réunis par groupes; ces groupes sont rangés dans l'ordre ascendant du nombre moyen de verstes parcouru par les trains dans chacun d'eux.

Numéros des groupes.	Nombre de chemins.	DÉSIGNATION DES LIGNES DANS l'ordre des chiffres de la 8e colonne. (On a indiqué entre parenthèses le maximum et le minimum correspondant au chiffre moyen de la dernière colonne.)	Longueur exploitée.	Parcours total des trains.	Parcours en manœuvres de gare.	Dépense de l'entretien des aiguillages et des croisements.	Nombre total de train-verstes.	Nombre de verstes de manœuvres.	Dépense moyenne d'entretien des aiguillages et croisements, par verste.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Verstes.	Verstes.	Verstes.	Roubles.			Roubles.
I	13	Kozlov-Saratov, Baskountchak, Mourom, Samara-Zlatooust, Griazi-Tsaritzyne, Livny, Pskov-Riga (0.30), Polêssiè, Choula-Ivanovo, Novgorod, Oural-Minier, Novotorjok et Mitau (38.01).	5,301	9,074,283	1,901,093	54,121.65	1,712	350	10.21
II	10	Donétz, Orenbourg, Fastov (9.29), Riga-Toukoum, Kharkov-Nicolaiev, Varsovie-Térespol (42.63), Ivangorod-Dombrova, Rybinsk-Bologoé, Lozovo-Sébastopol et Moscou-Iaroslav-Vologda . .	4,900	15,619,060	3,806,560	93,657 84	3,187	777	19.11
III	7	Vladicaucase, Libau-Romny, Syzrane-Viazma, Baltique, Riga-Dvinsk, Catherine (6.18) et Lodz (67.90)	4,828	19,453,457	4,553,151	116,554.49	4,029	943	24.14
IV	5	Sud-Ouest (52.66), Vistule, Koursk-Kiev (21.99), Kozlov-Voronège-Rostov et Moscou-Brest . . .	5,112	26,038,967	5,661,284	212,516.16	5,094	1,107	41.57
V	12	St-Pétersbourg-Varsovie, Transcaucasien, Koursk-Kharkov-Azov, Orel-Griazi (29 50), Dvinsk-Vitebsk, Orel-Vitebsk, Moscou-Riazan, Moscou-Koursk, Varsovie-Vienne (121.16) Moscou-Nijni-Novgorod, Riazan-Kozlov et Nicolas.	6,417	49,686,717	8,952,419	338,332.13	7,899	1,395	52.74
5	47	Total pour 47 lignes. . .	26,558	119,872,484	24,874,507	815,183.27	4,514	936	30.69

On voit d'après ce tableau, qu'en somme la dépense de l'entretien des aiguillages et des croisements est proportionnelle au parcours total des trains et à la quantité des manœuvres, et il n'en pouvait être autrement. Mais dans les groupes, le minimum et le maximum de dépense par chemin ne correspond pas toujours au minimum et au maximum de mouvement. On trouve même un cas (groupe IV) où au mouvement minimum correspond le maximum de dépense. L'importance des frais d'entretien des aiguilles et des croisements, pour les différents groupes aussi bien que pour les lignes isolées, dépend, bien entendu, du fait que les chemins sont nouveaux ou anciens et que l'on y pratique le système de réfection générale ou partielle de ces appareils.

Aiguillages et croisements accouplés pour voies de largeur différente. — Ces appareils commencent à peine à trouver leur vraie application chez nous, depuis la construction, par les Compagnies de chemins de fer à écartement normal, de lignes d'accès à voie étroite. Ils sont indispensables quand on pose une voie étroite sur les mêmes traverses que la voie à écartement normal, et que ces deux voies ont des branchements communs. Dans ces circonstances, trois cas peuvent se présenter : *a*) Les deux voies ont un rail commun et on n'en pose qu'un seul pour la voie étroite, compris entre ceux de la voie normale; *b*) les deux rails de la voie étroite sont compris entre ceux de la voie large; *c*) l'un des rails de la voie étroite est posé entre ceux de la voie large, l'autre en dehors, ce qui arrive quand la différence d'écartement des deux voies est très faible, comme, par exemple, celle de 3 $^1/_2$ pouces qui existe entre la voie russe 1.52 mètre (5 pieds) et celle de l'Europe occidentale, 1.43 mètre (4'8 $^1/_2$"), tandis que la largeur du patin du rail Vignoles est de 122 millimètres (4") au minimum. Ce dernier cas est le plus compliqué.

On a été obligé d'avoir recours à ce dernier système de pose en 1877, pour faire communiquer les deux stations frontières d'Ounguéni et de Jassy, au moyen de deux voies à écartement normal différent posées sur les mêmes traverses, dans le but d'augmenter, autant que possible, le nombre des points de chargement, de déchargement et de transbordement des wagons des lignes russes et roumaines.

7. — Contrôle mécanique de l'état de la voie.

Considérations générales. — Déjà depuis 1870, on observe une tendance marquée chez les ingénieurs russes à soumettre la voie ferrée à un contrôle mécanique effectif des réactions qu'elle transmet au matériel roulant.

Quels que soient les moyens employés pour vérifier la qualité des matériaux de la voie et la perfection de sa pose, on finit toujours par juger de l'état de la voie par le roulement plus ou moins doux qu'on éprouve dans les voitures des trains les plus rapides qui circulent sur la ligne. L'agent chargé de l'entretien de la voie prend note, pendant le trajet, des endroits qui demandent à être réparés, et, parfois même, lance du wagon des planchettes ou d'autres objets pour marquer ces endroits sur place. On peut cer-

tainement arriver par ce procédé à d'excellents résultats; mais il faut cependant reconnaître que, d'une part, on ne peut toujours noter exactement sur son carnet l'endroit exact et les particularités des secousses, et que, d'autre part, les planchettes emportées au loin peuvent ne pas se retrouver. Les notes prises ont aussi leur importance au point de vue de l'appréciation de l'activité des agents à contrôler; or, il est difficile en ce cas au contrôleur de rester complètement juste et impartial, parce que les impressions produites par la marche du train ne sont pas absolues. Elles sont, au contraire, largement subjectives et dépendent de la force d'attention, des sympathies personnelles et même des dispositions d'esprit de l'observateur.

La douceur du roulement d'un wagon ne dépend pas seulement de la voie, mais aussi des qualités du wagon. Cependant, bien que les voitures diffèrent beaucoup entre elles, il est indubitable qu'un wagon de qualité moyenne roulera plus tranquillement sur de bonnes portions de voies que sur les mauvaises. Si donc on fait en wagon un parcours assez long, de 30 ou 40 verstes au minimum, les particularités de la voie en ses différents points apparaîtront clairement. La vitesse du mouvement a une grande influence sur l'intensité des chocs; mais il ne faut pas perdre de vue que le voyageur ne se préoccupe pas de cette vitesse, qu'il ne s'en rend pas compte et ne la sent pas, qu'il ne ressent et, partant, n'a à critiquer que les secousses et les cahots. Or, comme le bon entretien de la voie a précisément pour but de faire diminuer, autant que possible, le nombre de ces critiques, et comme la vitesse d'un train ordinaire éprouve des variations plus ou moins constantes, qui dépendent surtout du profil de la ligne et des points d'arrêt, on peut admettre certains degrés dans la rigueur appliquée à l'entretien des différentes sections de chaque ligne, degrés qu'on observe toujours en pratique.

Il est hors de doute que tout appareil installé dans un wagon pour enregistrer les inégalités de la voie, reproduira l'ensemble des réactions de la voiture et de la voie et non pas seulement celles de la voie. Cet appareil ne peut rendre compte des causes de tel ou tel cahot. De même, une personne, même très experte dans l'entretien de la voie, ne saurait déterminer à coup sûr dans un train si, par exemple, telle oscillation verticale provient d'un tassement des traverses, d'une dénivellation des rails, ou de ce qu'un rail a entamé une traverse trop tendre. Il peut indiquer seulement qu'ici la voie est meilleure, là plus mauvaise, que dans tel endroit elle est excellente et dans tel autre tout à fait en mauvais état; pour découvrir les causes des accidents signalés par l'appareil, il faut visiter la voie. L'appareil peut encore servir à vérifier si, dans tel ou tel endroit, des mesures ont été prises à la suite de ses indications; son emploi périodique peut contribuer à nous fixer sur la vitesse et la progression de la détérioration, dans des conditions déterminées, d'une voie qui est en bon état à un moment donné. Il permettra en même temps d'établir, pour ainsi dire pièces à l'appui, les mérites relatifs des agents de la voie, la qualité et la solidité des travaux exécutés par eux, leur degré d'initiative, etc.

Pour les sections isolées, on remédie à la complication qui résulte de la différence de qualité des divers wagons, dans les indications de l'appareil, en faisant des observations nombreuses; il peut même donner ainsi des renseignements sur les wagons défectueux

à retirer de la circulation. Pour les chefs de service, qui ont à leur disposition des voitures spéciales, cette complication disparaît complètement, car, en ce cas, le wagon devient partie intégrante de l'appareil.

Les inventeurs d'appareils de contrôle font encore remarquer qu'ordinairement on contrôle la voie de la plate-forme d'arrière du dernier wagon, ce qui est très commode pour l'inspection; mais cela est défectueux au point de vue du contrôle, parce que le dernier wagon est toujours dans une situation exceptionnelle. En effet, des tendeurs mal serrés ou inexactement placés dans l'axe des wagons, des pièces de roulement dans un état qui laisse un peu à désirer, le serrage des freins des wagons précédents, une grande vitesse avec ses variations sur les inclinaisons, sont autant de causes qui suffisent à masquer complètement les effets de l'état de la voie. D'autre part, le roulement des wagons du milieu d'un train est toujours plus régulier, chacun d'eux pouvant librement s'incliner d'après les irrégularités de la voie qu'il parcourt. Sauf, bien entendu, les cas où le wagon est trop mauvais par lui-même, les oscillations peuvent donc être uniquement attribuées à des causes tenant à la voie. L'agent chargé du contrôle doit se placer au-dessus du dernier essieu du wagon.

Parmi tous les appareils proposés pour le contrôle de l'état de la voie, il suffira de décrire les plus récemment inventés.

Gabarits mobiles de M. l'ingénieur Onoufrovitch et de M. Likhodzéevski. — La vérification de la voie au moyen de gabarits à la main exige, même sur un parcours relativement petit, beaucoup de temps et de fatigue. S'il faut donc, dans un court espace de temps, vérifier en détail la largeur de la voie sur une section de plusieurs dizaines de verstes, la tâche devient presque impossible par les difficultés qu'elle présente; cependant, toute inégalité dans l'écartement de la voie, provenant de ce que les rails ne sont pas posés en ligne droite, provoque des cahots.

Les appareils inventés par M. l'ingénieur Onoufrovitch et M. Likhodzéevski ont pour but de permettre de relever en détail et d'une manière continue l'écartement de la voie, sur de grandes comme sur de petites distances, avec une exactitude absolue, en épargnant le plus de temps possible et avec un minimum d'effort physique.

L'appareil de M. l'ingénieur Onoufrovitch a l'aspect d'un chariot; il est composé d'une traverse de bois supportée par quatre roues de 5 pouces (127 millimètres) de diamètre pourvues de mentonnets. Cette traverse de bois porte deux rouleaux de 5 pouces (127 millimètres) de diamètre qui pressent sur les côtés des champignons des rails. L'un des rouleaux est monté sur un axe vertical fixé à la traverse, tandis que l'axe de l'autre est assujetti à une tige horizontale qui peut se déplacer le long de la traverse et qui est constamment maintenue contre les rails par un ressort à boudin. La tige horizontale est reliée avec une aiguille verticale qui reproduit les mouvements ou les élargissements de la voie, à une échelle dix fois plus grande. On lit les indications de l'aiguille sur un secteur portant des divisions; la portion de ces divisions, correspondant aux limites d'élargissement et de rétrécissement permises de la voie, est peinte en rouge vif.

Pour attirer davantage l'attention sur les écarts de largeur de la voie, qui dépassent les limites admises dans un sens ou dans l'autre, M. Onoufrovitch a placé sur la tige deux contacts qui ferment un circuit électrique et agissent sur un timbre, dès que l'écart dépasse ces limites.

Le chariot se fixe, au moyen d'un timon spécial, à l'avant d'une draisine ou d'un wagonnet et doit toujours marcher en tête, la batterie avec la sonnerie s'installe sur la draisine ou le wagonnet.

Les expériences faites avec cet appareil démontrent que les indications de l'aiguille, ainsi que les avertissements donnés par le timbre, concordent exactement avec les chiffres relevés directement au moyen du gabarit à la main, que l'on peut facilement et sans fatigue suivre les oscillations de l'aiguille à une vitesse de marche de 10 verstes à l'heure, et que l'appareil très simple de construction et ne pesant que 3 pouds 8 livres (50 kilogrammes) ne demandent pas à être manié avec trop de précaution.

Aux aiguillages, aux croisements et aux passages à niveau, l'appareil demande à être transporté, car ses rouleaux de 5 pouces (127 millimètres) de diamètre ne peuvent passer entre le rail et le contre-rail; il exige aussi qu'on fasse attention aux cailloux ou aux autres objets qui pourraient se trouver sur les traverses à une distance de 4 verchoks (180 millimètres) des rails et que les rouleaux pourraient accrocher.

La valeur de l'appareil varie de 50 à 60 roubles.

L'appareil de M. Likhodzéevski se compose de deux roues verticales à mentonnets du type ordinaire des roues de wagon, mais de moindre diamètre (20 pouces environ); ces roues sont calées sur deux demi-essieux montés sur une planche disposée transversalement à la voie, l'un de manière à ne pouvoir que tourner sans se déplacer transversalement, et l'autre de façon à rouler et à se mouvoir en même temps dans le sens transversal. Un ressort à boudin, enroulé sur le demi-essieu mobile, tend à presser constamment les mentonnets contre les rails. L'extrémité du demi-essieu mobile est munie d'un crayon traçant en grandeur naturelle les variations d'écartement de la voie. Le crayon trace une courbe sur une bande de papier mise en mouvement par un mécanisme à engrenage actionné par l'autre demi-essieu. La verste est représentée sur la bande par une longueur de 1 ou 2 archines (71 à 142 centimètres) à volonté. La roue qui fait mouvoir la bande est munie d'un levier vertical en fer qui accroche les boulons de joint; les oscillations de ce levier se transmettent à un autre crayon qui marque ainsi les joints. De plus, sous l'appareil, en son milieu, est disposé un autre levier spécial également relié au crayon; ce levier peut butter contre des piquets plantés dans l'axe de la voie, en face des poteaux verstiques ou en d'autres endroits.

La surface de contact des mentonnets des roues de wagon employées avec les côtés des champignons des rails serait assez grande pour empêcher des inégalités, même assez sensibles, de la surface intérieure des rails d'être reproduites. Afin d'obtenir des indications plus précises, on ne dispose pas les deux essieux dans le prolongement l'un de l'autre, mais de façon qu'ils fassent un petit angle entre eux. Dès lors, les roues étant inclinées, la surface de contact est plus petite.

Près du coussinet du demi-essieu mobile est fixé un timbre, tandis que l'essieu lui-

même porte quatre taquets qui viennent frapper le timbre toutes les fois que la limite déterminée d'élargissement de la voie est dépassée. On peut régler l'appareil à volonté sous ce rapport en déplaçant la sonnerie le long de la planche.

Indépendamment des indications de la bande de papier, les élargissements de la voie sont encore renseignés par une aiguille reliée à l'axe mobile sur une règle divisée. On peut continuer à relever des indications au moyen de la règle, même après avoir enlevé l'appareil graphique.

L'appareil s'attache à l'arrière d'une draisine à l'aide de crochets spéciaux. Pour l'essayer, on lui a fait parcourir 8 verstes avec des vitesses différentes; or, vérification faite, ses indications ont complètement concordé avec les écartements relevés au gabarit à la main.

Aux essais, on a poussé la vitesse jusqu'à 22 $^{1}/_{2}$ verstes (24 kilomètres), mais on pourrait la porter sans aucun inconvénient à 30 verstes (32 kilomètres) à l'heure.

L'appareil peut franchir les aiguilles prises en talon et les passages à niveau. Pour prendre les aiguilles en pointe, il faut enrayer l'axe mobile au moyen d'un taquet spécial fixé au coussinet.

On ne peut pas examiner le tracé sur la bande de papier et les indications de la règle pendant la marche de la draisine, parce qu'ils sont trop difficiles à observer en grandeur naturelle et que l'appareil est placé derrière la draisine.

L'appareil pèse 5 pouds 30 livres (82.632 kilogrammes).

A cause des pièces délicates qu'il comprend, il faut s'en servir avec précaution. Sa vérification n'est pas compliquée.

Il coûte environ 500 roubles.

Les personnes qui ont fait les essais de ces appareils ont trouvé que, pour les chefs de section et à plus forte raison pour les chefs cantonniers, celui de M. l'ingénieur Onoufrovitch était sans contredit à préférer à cause de la simplicité de sa construction, de sa légèreté et de son bon marché; mais quand il s'agit de la vérification de la voie sur un parcours de plusieurs sections à la fois par les agents supérieurs ou de celle d'une grande portion d'une seule section par son chef, il faut donner la préférence à l'appareil de M. Likhodzéevski. Cet appareil admet une vitesse trois fois plus grande, possède un ruban sur lequel sont reproduites toutes les irrégularités, et peut même fonctionner la nuit sans que personne s'occupe de lui.

Autotachymètres de MM. Graftio et Onoufrovitch. — L'appareil proposé par M. l'ingénieur Graftio donne les indications suivantes :

1° Vitesse du mouvement d'un train en verstes, par heure et par minute;

2° L'heure de l'arrivée et du départ du train et, par suite, la durée de l'arrêt;

3° L'endroit, c'est-à-dire les verstes et les stations correspondantes aux deux premières indications;

4° État de la voie en ce qui concerne la douceur du roulement avec indication des endroits où se produisent les secousses.

Il est contenu dans une caisse en fer de 0.42 sagène (898 millimètres) de hauteur,

0.15 sagène (300 millimètres) de largeur et 0.12 sagène (255 millimètres) de profondeur, et se compose pour ainsi dire de trois parties distinctes.

La première est destinée à le mettre en communication avec l'essieu du wagon au moyen d'une courroie de transmission pour faire mouvoir une bande de papier qui reçoit les indications de l'appareil; elle comprend aussi le dispositif servant à marquer les secousses imprimées au matériel roulant pendant la marche.

La seconde consiste en un système de bobines qui, combinées avec les autres pièces, servent au mouvement de translation de la feuille.

La troisième comprend un mouvement d'horlogerie marquant périodiquement le temps.

La première partie de l'appareil comporte un dispositif qui permet de maintenir la courroie de transmission constamment tendue, malgré les variations de distance entre l'essieu et le wagon lui-même. De plus, le mouvement vertical communiqué par les inégalités de la voie aux pièces immédiatement reliées à la partie de transmission, est transformé en mouvement latéral de droite à gauche, et transmis à un levier portant un crayon à son extrémité. La pointe de ce crayon est déviée vers la gauche par les inégalités de la voie dans le sens vertical et reprend sa position aussitôt les inflexions ou les surélèvements franchis.

On peut régler à volonté la sensibilité de cet appareil. Ainsi, par exemple, on peut le régler de façon qu'il indique toutes les rugosités dépassant 0.005 sagène.

Après comparaison des diagrammes de deux sections parcourues par un train dans les mêmes conditions, on tiendra pour meilleure celle dont la bande portera le moins de traces de crayon; le degré de bon entretien des sections sera exprimé par la somme des secousses en millièmes de sagène.

On peut se rendre compte de la même manière de l'état de la voie au point de vue des mouvements transversaux des wagons pendant le trajet; on y arrive en adjoignant un pendule à l'appareil.

De cette manière, l'appareil proposé par M. l'ingénieur Graftio doit être employé chaque fois séparément pour déterminer les chocs verticaux ou les oscillations transversales. Mais il pourrait servir aux deux buts simultanément, en employant deux crayons indépendants l'un de l'autre et en élargissant le ruban en proportion.

La bande de papier a ordinairement une longueur en rapport avec la longueur de la ligne et une largeur de 0.03 sagène (64 millimètres). Elle est divisée sur toute sa longueur en un nombre de parties égal à celui de verstes, chacune portant un numéro correspondant. Chaque verste est, en outre, divisée en soixante parties égales, et les traits de division, de dix en dix, sont renforcés pour plus de clarté. On imprime encore sur le ruban, strictement à l'échelle, les noms des stations et des postes télégraphiques à leurs places respectives, car, au moment de l'arrivée du train aux stations, leurs noms doivent venir se placer sous le crayon, le mouvement du ruban étant réglé sur celui du train. L'appareil comporte un dispositif permettant de rétablir cette coïncidence pour le cas où elle viendrait à disparaître. L'état hygrométrique de l'air et la température influent si peu sur la longueur de la bande qu'on ne s'aperçoit pas de ces variations dans l'appareil.

La seconde partie de l'appareil, qui sert à imprimer au ruban son mouvement proportionnel et simultané à celui du train, est construite de telle manière que les chocs et les oscillations éprouvés par le wagon ne produisent aucun effet sur son fonctionnement.

Le mécanisme d'horlogerie qui forme la dernière partie de l'appareil marque l'heure de minute en minute sur la bande de papier, au moyen d'un système de roues dentées et d'un cadran. La distance entre les chiffres dépend bien entendu de la rapidité du déplacement du ruban, qui, de son côté, dépend de celle de la marche du train; pour déterminer cette dernière, il faut donc, les verstes étant divisées en parties, compter le nombre de ces dernières comprises entre deux nombres de minutes quelconques. Par exemple, si dans $^1/_{60}$ d'heure le train a parcouru $^{32}/_{60}$ de verste, cela voudra dire qu'il marchait avec une vitesse de 32 verstes à l'heure.

Pendant les arrêts du train, le mouvement d'horlogerie continue à imprimer les chiffres à la même place; il se forme ainsi une petite tache qui frappe la vue quand on examine le ruban. La durée des temps d'arrêt des trains est déterminée par l'intervalle qui sépare les chiffres.

L'appareil demande à être graissé de temps en temps; il faut aussi remonter le mouvement d'horlogerie et remplacer les bandes de papier. On procède à la première opération après chaque parcours de 1,000 verstes, si l'appareil fonctionne sans discontinuer; la seconde dépend du système du mécanisme d'horlogerie, et le renouvellement des bandes, de la longueur de la ligne ou de la section. La courroie de transmission et la poulie montée sur l'essieu sont protégées par un étui en fer fixé au wagon.

Cet appareil n'a pas reçu une grande extension sur les chemins de fer russes, en partie, peut-être, à cause de son prix élevé, 450 roubles. Celui-ci s'explique cependant par cette circonstance, que le nombre maximum d'appareils dont on pourrait avoir besoin pour tout le réseau russe ne dépasserait pas trois cents.

L'appareil de M. l'ingénieur Onoufrovitch reproduit graphiquement les oscillations verticales et latérales du wagon, mais indépendamment du mouvement des essieux. Pour déterminer les déviations latérales, on se sert d'un pendule incliné, c'est-à-dire d'un pendule dont l'axe de rotation est incliné, vu que le pendule ordinaire vertical avec axe de rotation horizontal, comme l'a démontré l'expérience, ne reproduit pas identiquement les oscillations du wagon. Le principal défaut du pendule ordinaire, comme l'explique l'inventeur, consiste en ce qu'une impulsion latérale ne donne pas lieu à une seule oscillation, mais à toute une série de celles-ci; or, comme chaque pendule a une amplitude qui lui est propre, les impulsions latérales qui lui sont imprimées au moment où les oscillations de l'impulsion précédente n'ont pas encore cessé, ne peuvent être nettement exprimées. Lorsque le sens de l'impulsion coïncide avec celui d'une oscillation, les mouvements du pendule sont amplifiés; au contraire, lorsque cette coïncidence n'a pas lieu, ils diminuent et cessent même subitement. Une série de petites impulsions, à des intervalles de temps égaux aux amplitudes des oscillations du pendule, produisent un effet beaucoup plus grand qu'une forte impulsion isolée. Si on construit un balancier horizontal avec un axe vertical et si on le dispose parallèlement à l'axe longitudinal du wagon, il donnerait des indications plus justes, car il s'inclinerait en même temps et

dans le même sens que le wagon, sans produire d'oscillations propres au pendule. Mais, comme un tel balancier, une fois la position d'équilibre dépassée, n'a pas la propriété de revenir en arrière et, quand le wagon reste incliné un certain temps, tend à s'en écarter jusqu'à 90°, il est clair que pour atteindre le but proposé il faut quelque chose entre les deux, c'est-à-dire un balancier incliné. L'expérience a démontré que, l'écart à l'origine étant le même, plus l'axe de rotation se rapproche de la verticale, moins le balancier fait d'oscillations pour reprendre sa position d'équilibre; mais plus les oscillations s'effectuent lentement. D'une part, l'inclinaison devrait être le minimum de ce qu'il faut pour permettre au balancier de revenir à sa position d'équilibre, et, de l'autre, elle doit être suffisante pour que les oscillations s'effectuent assez vite et que l'appareil puisse suivre la série des mouvements du wagon. Comme les éléments des oscillations du wagon ne peuvent être exprimés mathématiquement, il est impossible de calculer les différentes pièces du balancier et il faut les déterminer par l'expérience. M. l'ingénieur Onoufrovitch a trouvé qu'il suffisait de donner une inclinaison de 23° à un balancier ayant une longueur de 8 pouces et un poids de $^1/_2$ livre; il lui applique des poids pesant deux livres.

Ce balancier conserve, bien entendu, en partie les défauts du pendule ordinaire, mais à un si faible degré que l'inventeur s'est cru en droit de les négliger.

Les impulsions latérales de l'appareil dépendent des mouvements latéraux et des inclinaisons de côté du wagon. Les mouvements latéraux, à leur tour, dépendent surtout de l'imperfection des pièces de roulement du wagon et, comme cause secondaire seulement, des variations de largeur de la voie, d'un alignement défectueux ou des sinuosités des rails. On peut admettre que, sous ce rapport, la voie ne joue pas de rôle capital, parce qu'on maintient constamment l'écartement tel qu'il doit être, en ne tolérant que des écarts de largeur trop faibles pour qu'ils puissent influer sur le roulement des wagons. Quant aux défauts d'alignement et aux sinuosités des rails, ce sont les imperfections d'entretien de la voie les plus faciles à remarquer : ils ne se produisent d'ailleurs presque jamais. Par conséquent, sauf bien entendu les cas d'élargissement sensible de la voie, les mouvements latéraux inhérents au wagon lui-même sont un phénomène permanent représenté par une certaine oscillation constante du balancier; au contraire, les oscillations latérales du wagon produites par les défauts de la voie seront spécialement indiquées d'une façon plus ou moins marquée par le balancier incliné, dont les oscillations seront proportionnelles aux inclinaisons réelles du wagon.

Pour obtenir les indications relatives aux oscillations verticales, à l'aide d'un appareil indépendant de l'essieu du wagon, on se sert d'un poids suspendu à un ressort. L'expérience a démontré que le ressort à boudin ne convient pas, parce qu'il est trop inerte et transmet trop lentement les impulsions qu'il reçoit. M. Onoufrovitch a donc employé dans son appareil un ressort simple qui agit à la flexion et est beaucoup plus sensible. La flèche d'un pareil ressort est directement proportionnelle au poids qui y est appliqué (tant que sa limite d'élasticité n'est pas dépassée). Or, comme on peut considérer les impulsions verticales comme des charges instantanées, la flèche du ressort leur sera proportionnelle. Celui-ci oscille comme un diapason, c'est-à-dire qu'ayant dépassé sa

position d'équilibre, il exécute une série d'oscillations jusqu'à ce qu'il revienne à sa position d'équilibre. Il a, par conséquent, en partie les mêmes défauts qu'un pendule ordinaire, et ses mouvements sont augmentés quand il reçoit une série d'impulsions verticales à des intervalles de temps égaux à l'amplitude des oscillations. Faute de trouver mieux, M. l'ingénieur Onoufrovitch s'est borné à l'emploi de ce ressort, trouvant les indications obtenues suffisamment exactes.

Les crayons traceurs sont actionnés par des mécanismes spéciaux, l'un agissant par les impulsions d'un poids suspendu au ressort que nous venons de décrire, l'autre par les oscillations du balancier incliné. Les indications sont tracées sur une bande de papier large de 5 pouces (127 millimètres), mise en mouvement par un mécanisme d'horlogerie qui, à l'aide d'un système de leviers, perce, toutes les cinq minutes, un trou dans la bande, suivant la ligne de la position normale des crayons. Le mécanisme d'horlogerie fait dérouler le ruban de façon que chaque verste soit représentée par une longueur de 1 1/2 pouce (381 millimètres) quand la vitesse de marche est de 50 verstes (53 kilomètres) à l'heure. On remonte l'appareil toutes les douze heures.

Pour marquer les distances sur le ruban, également par des trous et dans la ligne des crayons, l'appareil est encore muni d'un autre système de leviers actionnés du dehors simplement à la main. Il serait facile d'adapter aux wagons spéciaux des pendules ou autres dispositifs qui, en heurtant contre des taquets placés sur la voie même, indiqueraient automatiquement les verstes, les stations et les autres endroits demandant une surveillance particulière.

Tout l'appareil est recouvert par un étui mobile en bois qui est muni d'un couvercle en verre et dont les dimensions sont 21 × 17 × 16 pouces (533 × 432 × 406 millimètres). On peut faire fonctionner l'appareil sans retirer l'étui.

Le premier exemplaire de cet appareil a été fabriqué en 1886 et essayé en 1887, en présence du ministre des voies de communication. Le prix de l'appareil est de 300 roubles.

CHAPITRE IV

Stations.

Considérations générales.

D'une manière générale, les dispositions des stations et des haltes dépendent de leurs destinations particulières. Celles-ci, très variées sur les chemins de fer russes comme sur tous les chemins étrangers, donnent aux gares leurs dénominations générales, telles que : gares principales, de voyageurs, de marchandises, mixtes, frontières, maritimes, de bifurcation, de triage, à charbon, à naphte, terminus, intermédiaires, haltes à voyageurs et de garage ou d'évitement. La description de toutes nos gares, même des plus caractéristiques d'entre elles, est impossible à faire ici, à cause de leur nombre considérable. Néanmoins, les plus remarquables figurent à l'album de dessins annexé au présent *Aperçu*.

La distance entre deux stations ne dépasse pas, en général, en pays plat, 25 verstes (27.3 kilomètres) et dans l'intervalle on a soin de ménager à 15 kilomètres au plus de l'une d'elles un palier de 200 à 400 sagènes (426 à 852 mètres) de longueur en prévision de l'établissement postérieur d'un garage. En pays accidenté, les stations sont espacées de 18 verstes (19.2 kilomètres) au maximum avec des paliers ménagés à distance convenable entre elles. Mais, pour les lignes telles que le Transsibérien, traversant en grande partie des régions désertes, on admet une distance maximum de 50 verstes (53.35 kilomètres) entre deux stations, pourvu que l'alimentation d'eau soit assurée sur ce parcours. Pour remplir cette condition lorsqu'il est impossible d'établir une prise d'eau dans l'une des stations, on installe des alimentations intermédiaires auxiliaires du type le plus simple. Sur les autres lignes, la distance maximum entre les points d'alimentation d'eau ne dépasse pas 35 verstes (37.28 kilomètres) et 40 verstes (42.60 kilomètres) dans les cas exceptionnels.

La distance des stations où l'on relaie les locomotives et le personnel des trains et où se trouvent, par conséquent, des dépôts de machines d'une certaine importance, varie de 80 à 100 verstes (85 à 107 kilomètres). Ces limites ne sont pourtant pas toujours observées; ainsi, sur le chemin de fer Nicolas, la distance minimum entre les principaux dépôts est de 65 kilomètres. Sur la ligne de Sibérie en construction, la distance entre les dépôts de locomotives sera de près de 100 kilomètres.

Les types de dispositions d'ensemble des stations des chemins de fer russes, sauf

pour les gares terminus dont la distribution dépend entièrement des circonstances locales, sont presque aussi variés que les destinations des stations elles-mêmes. On peut dire qu'ils ont été créés chez nous petit à petit et, pour la plupart, ils résultent de la pratique antérieure, des idées spéciales des constructeurs et même des traditions des Sociétés qui ont créé nos chemins de fer. Il est facile, en effet, de discerner parmi nos gares celles qui ont été construites d'après les types anglais, français, autrichien et prussien, quoiqu'elles aient subi bien des reconstructions depuis l'origine. Ainsi, entre les dispositions des stations intermédiaires du chemin de fer Nicolas et celles des chemins de Poléssié, par exemple, il n'y a, même actuellement, que très peu d'analogie.

Il est encore indispensable de faire observer que, en Russie, les grandes gares de bifurcations ne forment pas en réalité des jonctions communes, mais des groupes de stations isolées disposées à plus ou moins de distance les unes des autres et reliées entre elles par des voies de raccordement. Ces stations ont été construites pour la plupart à diverses époques et présentent un caractère différent. Chacune d'elles est exploitée séparément et leurs rapports se bornent à la transmission des trains et à un échange de matériel roulant.

Du choix du type des dispositions d'ensemble des stations dépend aussi celui des installations destinées à faciliter les manœuvres, le chargement et le déchargement, et à assurer la sécurité de la circulation. Dans le présent chapitre, nous décrirons en traits généraux toutes ces installations, sauf les bâtiments proprement dits.

1. — Dispositions d'ensemble des stations.

La commission d'enquête des chemins de fer russes, nommée par décret impérial en 1876, a formulé, au sujet de l'organisation au point de vue technique des stations russes, la sévère critique suivante :

L'examen de nos sections de chemins de fer nous amène à cette conclusion que primitivement, lors de l'établissement des lignes, le choix de l'emplacement des stations n'a été dicté par aucune autre considération que celle du bon marché de leur construction. Les stations ont été établies d'après des plans où non seulement leur extension future n'était pas prévue, mais encore où l'on remarque l'omission de dispositions indispensables à la régularité et à la sécurité du mouvement. Ainsi, il n'est pas rare de rencontrer des stations disposées dans des courbes, comme celles de Prokhorovka, Bielgorod, Véciolaïa, Lopagne, Dergatchi du chemin d'Azov, et beaucoup de stations d'autres lignes.

En ce qui concerne l'emplacement des gares, nous voyons des cas où la surface qu'elles occupent a été rétrécie et encombrée d'obstacles comme à dessein pour empêcher d'augmenter à l'avenir le nombre de leurs voies dans le sens de la largeur au lieu de celui de la longueur. Cet état de choses tient à ce que l'emplacement des remises de locomotives, des magasins et des bâtiments de la douane a été choisi en face des bâtiments des voyageurs, comme aux gares de Kazatine des chemins de fer du Sud-Ouest, Sosnovitzy du chemin de Varsovie-Vienne et beaucoup d'autres. On rencontre encore des stations établies sur des paliers très étroits, resserrés entre deux obstacles naturels quelconques empêchant leur extension dans le sens de la largeur et non dans celui de la longueur. La gare de Perm du chemin de fer minier de l'Oural peut servir d'exemple frappant de ce fait. Cette gare a été construite sur un terrain très étroit, borné

d'une part par la rivière Kama et de l'autre par une haute montagne dont le terrain est coulant. Comme exemples plus ou moins importants d'un pareil inconvénient, nous pouvons citer les stations de Kovrov du chemin de Nijni-Novgorod, Borovitchi du chemin de Borovitchi, de Vilna et de Kovno du chemin de Saint-Pétersbourg à Varsovie et nombre de stations d'autres lignes.

Par suite d'une semblable disposition, l'augmentation du nombre des voies dans le sens de la largeur ou bien est complètement impossible, ou bien ne peut se faire qu'au prix de sacrifices d'argent considérables.

La disposition des bâtiments indique fort peu qu'on ait suffisamment prévu l'extension qu'on pourrait être appelé à donner aux différents éléments ainsi qu'à l'ensemble des stations.

On n'a pas fait dépendre la dimension des bâtiments des stations de l'importance du trafic et on ne l'a pas, en général, calculée en prévision du développement probable de celui-ci dans telle ou telle localité. On a simplement disposé les grandes stations de 100 en 100 kilomètres. Un pareil système ne pouvait manquer de donner un jour de mauvais résultats. Ainsi, sur le chemin de Griazi-Tsaritsyne, on a érigé à la station de Filonovo de magnifiques et vastes bâtiments, et pourtant le commerce ne s'y est pas développé et le mouvement des voyageurs y est insignifiant, de sorte que les larges salles de la gare restent vides; tandis qu'à 50 kilomètres plus au nord, à la station d'Alexikovo, d'où part l'embranchement d'Ourioupinsk, on s'est contenté d'un petit bâtiment qui répond à peine aux besoins du trafic en temps habituel et devient complètement insuffisant à l'époque des foires d'Ourioupinsk. La station, de dimensions moyennes, d'Ourioupino est aussi beaucoup trop petite en temps de foire.

On pourrait trouver des exemples de ce genre sur toutes les lignes, et si nous n'en citons qu'un petit nombre ici, c'est qu'ils ne pourraient tous y trouver place.

Nous avons dit plus haut qu'on avait dressé les plans des stations sans avoir égard à leur extension future. Nous ferons observer que cet état de choses n'amène pas seulement un choix malheureux de l'emplacement des stations, mais il oblige aussi plus tard, quand l'intensité toujours croissante du mouvement provoquée par l'augmentation du trafic l'exige, à procéder aux extensions sans méthode. On se contente donc d'élever des constructions et de poser des voies où la place le permet et non pas où il serait vraiment indispensable de le faire dans l'intérêt de la commodité du service. Comme, dans la plupart des cas, l'extension des voies ne peut être obtenue en augmentant la superficie des gares dans le sens de la largeur, on est forcé de les étendre dans celui de la longueur, ce qui présente souvent des inconvénients. Tout allongement démesuré des voies des stations entraîne des manœuvres plus nombreuses et plus compliquées qui, à leur tour, causent des dépenses supplémentaires et des arrêts dans le mouvement; ceux-ci exigent un surcroît de temps pour l'échange du matériel roulant, et diminuent aussi beaucoup le travail utile. De plus, l'accroissement exagéré de la longueur d'une station rend la surveillance des travaux qui s'y exécutent difficile, surtout pendant les bourrasques, les tempêtes de neiges, les brouillards et par le mauvais temps en général.

A ce que nous venons de dire au sujet de la manière de projeter et d'installer les stations de chemins de fer sans une étude préalable des exigences de l'agriculture, de l'industrie et du commerce des localités, il faut ajouter que, même dans les cas où ces besoins étaient, pour une raison ou pour une autre, connus des personnes ou des administrations qui avaient la charge de la construction, ils n'ont nullement été pris en considération et que les gares n'ont pas été, lors de leur premier établissement, installées de façon à répondre à leur destination. Ainsi, les stations de Louniévka et Bérézniaki du chemin de fer de l'Oural sont principalement destinées : la première, à expédier la houille et la seconde à la remettre à des entrepôts, en attendant qu'on puisse lui faire descendre la Kama dans des bateaux. Ces deux distinctions n'étaient probablement ignorées ni du constructeur, ni de celui qui a approuvé les projets, et, pourtant, les dispositions de ces deux stations n'en ont tenu aucun compte. A Bérézniaki, les procédés de chargement du charbon dans les bateaux sont compliqués par suite de ce que les entrepôts, destinés à

recevoir la houille à l'arrivée, sont séparés de la rivière Kama par les voies de la station. Par suite de cette disposition, la circulation sur les voies doit, ou bien constamment entraver le chargement du charbon dans les bateaux et menacer la sécurité des ouvriers qui l'opèrent, ou bien être elle-même considérablement gênée par les mesures de précaution qu'il faut prendre.

En général, la disposition des installations des stations, bâtiments à voyageurs, bureaux et halles à marchandises, dépôts de locomotives, plaques tournantes, ponts à peser, etc., a été déterminée sans aucune règle et c'est aux facilités du mouvement qu'on semble avoir le moins pensé.

Il est souvent difficile de deviner le mobile qui a présidé au choix de l'emplacement de tel bâtiment de voyageurs, de tel magasin, ou de toute autre construction. Ainsi, quelle est la raison qui a pu porter les constructeurs à établir souvent les bâtiments des recettes du côté opposé à l'agglomération desservie et à couper par suite les voies par des passages à niveau pour voitures et pour piétons? Il est évident que ni les constructeurs, ni les administrations chargées d'examiner et d'approuver les projets, ne pouvaient ignorer les inconvénients d'une pareille disposition au point de vue de la circulation et le danger qui en résulterait pour les passants.

Les stations présentent encore d'autres graves inconvénients sous le rapport du tracé des voies et de leurs liaisons, ainsi que de la disposition des plaques tournantes et des ponts à peser sur des voies en cul-de-sac.

Cette dernière disposition, par exemple, empêche de se servir commodément de ces appareils parce qu'elle nécessite des manœuvres superflues.

Quand on examine la disposition des voies des stations, ce qui saute tout d'abord aux yeux, c'est la distribution irrationnelle des aiguilles, qui augmente le nombre des trajets à faire par les trains ou les locomotives pendant les manœuvres.

Cette mauvaise distribution sur les lignes à double voie est due en partie à la crainte de placer sur les voies principales des aiguilles prises en pointe. Or, de l'avis des hommes du métier, la pratique démontre que la sûreté du mouvement dépend bien plus de sa régularité que de la perfection des aiguilles. Celle-ci, quelle que soit son importance, n'a en tout cas qu'une influence très faible et de plus toute locale, tandis que le retard d'un seul train peut avoir un effet défavorable très sérieux sur la régularité et la sécurité du mouvement de toute la ligne. La suppression des aiguilles franchies en contrepointe entraîne la complication du mouvement et gêne le rangement des trains devant s'arrêter aux stations sur les voies de garage. Dans les conditions actuelles, il faut ordinairement les y refouler.

Si nous reprenons maintenant l'examen des voies elles-mêmes, nous pensons utile de faire remarquer tout d'abord que, selon nous, la meilleure disposition des voies dans les stations serait celle qui offrirait, par leur grand nombre et leur bonne disposition, une entière sécurité de mouvement, en même temps que toutes les commodités possibles, c'est-à-dire qui permettrait: 1° le croisement du nombre complet des trains dont le passage simultané à la station serait prévu par le graphique du mouvement à l'époque où il est le plus intense; 2° la suppression des manœuvres de wagons sur les voies principales, ainsi que des marches et des contremarches, de manière à accélérer et à simplifier le plus possible les manœuvres; 3° de séparer complètement les opérations de chargement et de déchargement de celles du déplacement des trains ou des wagons dans les stations.

Il s'ensuit que, dans l'intérêt même du mouvement, toutes les voies de stations doivent se subdiviser comme suit : *A. Voies principales; B. Voies d'évitement*, pour le stationnement des trains qui se croisent. Le nombre de ces voies doit absolument correspondre à celui du nombre des trains qui peuvent arriver en même temps dans la station, et leur longueur doit être au moins égale à celle des trains les plus longs. Aussi, ce nombre ne peut rester toujours le même, mais il doit varier selon les changements de l'horaire. Les voies de cette espèce doivent être assimilées aux voies principales et le mouvement doit s'y effectuer suivant les règles établies pour

ces dernières; *Voies de garage* — qui, à leur tour, doivent se subdiviser dans les catégories suivantes : 1° *Voies de garage pour locomotives;* 2° *voies de triage*, pour wagons destinés soit au chargement ou au déchargement, soit au nettoyage ou à la réparation, soit enfin à la composition des trains; 3° *voies de tiroir*, pour faire passer pendant les manœuvres le matériel roulant d'une voie à l'autre et l'amener sur les voies de triage; 4° *voies de chargement et de déchargement;* 5° *voies pour le nettoyage des wagons;* 6° *voies pour l'entretien du matériel roulant;* 7° *voies de réserve;* 8° *voies spéciales de transit dans des gares communes.*

En réalité, sur les chemins de fer tels qu'ils existent actuellement, on constate que le nombre des voies des stations ne répond pas du tout aux conditions que nous venons d'énumérer, qu'il ne comporte les subdivisions indiquées pas même dans les principales gares et que, sur quelques lignes seulement, leur disposition se rapproche plus ou moins de celles des stations types.

Le nombre et la longueur des voies d'évitement déterminées, comme nous venons de le dire plus haut, exclusivement par le nombre et la longueur des trains les plus longs qui pourraient venir y stationner simultanément, ne répond nullement aux exigences réelles dans beaucoup de stations d'un grand nombre de chemins. Dans certaines gares, les voies d'évitement sont si courtes qu'elles obligent à couper les trains et à en placer une partie sur des voies de triage ou d'autres voies accessoires. Il faut bien avoir recours à cet expédient quand le nombre des trains arrivés dans une station dépasse celui des voies d'évitement. Il n'est pas rare qu'à défaut de voies de garage, on soit obligé d'empêcher les trains d'approcher de la station jusqu'au départ de ceux qui y stationnent.

L'insuffisance des voies de garage a pour conséquence l'irrégularité du mouvement, la prolongation des stationnements des trains dans les gares au détriment de leur nombre, l'arrêt des travaux des stations, et enfin un surcroît de manœuvres et l'utilisation incomplète du matériel roulant. Ainsi, par suite de l'insuffisance des voies à la station de Sosnovitsy du chemin de fer Varsovie-Vienne, tous les wagons y attendent en moyenne quatre jours avant d'être expédiés plus loin ou d'être déchargés; quelquefois, le retard dépasse même 16 jours.

Cet inconvénient provient en partie de l'insuffisance des voies, indépendamment de l'influence des formalités de douane; le fait a été prouvé par la sous-commission de Varsovie dans sa description du chemin de fer de Varsovie-Vienne.

Indépendamment des retards des trains, de la complication et de l'accroissement du nombre des manœuvres, l'insuffisance des voies de garage présente encore de grands dangers pour la circulation.

Par exemple, sur une ligne à double voie, afin de livrer passage aux trains rapides, elle oblige quelquefois de faire passer ceux qui sont animés d'une vitesse moindre sur les voies parcourues par les trains marchant dans le sens opposé.

Cette circonstance, tout en nécessitant des manœuvres superflues et difficiles dans les stations, supprime complètement la principale garantie de la sécurité du mouvement sur les lignes à double voie et rend ainsi possible la rencontre des trains. Un accident de ce genre a eu lieu à la station de Koulitskaïa du chemin de fer Nicolas dans les circonstances suivantes : un train de marchandises qui venait de Saint-Pétersbourg devant se laisser dépasser par un autre plus rapide, on le dirigea, faute de garages, de la voie de Saint-Pétersbourg sur celle de Moscou. Après le dépassement, pendant que le premier convoi venait sur la voie de Saint-Pétersbourg, il se produisit une rupture d'attelage au passage de l'aiguille et la rame de wagons restée sur la voie de Moscou descendit cette dernière au moment où un train venant de Moscou s'approchait en sens contraire. La marche des wagons était accélérée par la pente et, bien que le garde qui les montait eût réussi à serrer les freins, à les arrêter et à poser des pétards à 90 pieds en avant, la collision ne put être évitée.

Sur toutes les stations principales de presque toutes les lignes, le nombre de voies réservées aux manœuvres (voies de triage) est insuffisant; le principal inconvénient des voies de triage

consiste le plus souvent dans leur longueur démesurée et dans la façon peu rationnelle dont elles sont reliées entre elles. On peut juger combien en général est grande la longueur moyenne des voies entre les branchements dans les stations, par le tableau ci-après, dressé d'après les données tirées du rapport de la sous-commission technique du mouvement de Saint-Pétersbourg.

DÉSIGNATION DES LIGNES.	Nombre de sagènes courantes des voies de garage.	Longueur totale des voies des stations, après déduction de 8 sagènes d'espace mort par croisement.		Longueur des voies restant disponible pour le stationnement du matériel roulant.	Quantité de matériel roulant.				Sagènes courantes par unité de matériel roulant.	Distance moyenne en sagènes entre les croisements.
		Nombre de croisements.	Longueur des voies en sagènes.		Wagons à voyageurs.	Wagons à marchandises.	Locomotives.	Nombre total d'unités.		
Nijni-Novgorod	82,782	602	4,816	77,566	266	2,742	131	3,139	24.83	137.50
Nicolas	146,154	1,007	8,051	138,098	347	10,167	412	10,926	12.64	145.16
Saint-Pétersbourg-Varsovie.	217,481 (1)	1,561	12,488	204,993	436	6,768	313	7,517	27.27	139.22
Chouïa-Ivanovo	12,503	60	480	12,023	42	360	24	426	29.35	208.00
Baltique (2)	60,995	596	4,768	56,227	294	1,686	127	2,107	26.68	102.30
Rybinsk-Bologoé.	51,330	290	2,320	49,010	50	3,295	94	3,439	14.25	177.00
Borovitchi	1,898	29	232	1,666	13	51	4	68	24.5	65.48
Oural	25,450	257	2,056	23,394	82	1,695	77	1,854	12.62	99.00
Novgorod	8,560	103	824	7,736	45	441	20	506	15.29	83.10

Nous voyons, d'après ce tableau, que la distance moyenne varie de 65.5 à 208 sagènes (140 et 443 mètres). Il est à supposer que la dernière des deux distances contribue à augmenter considérablement la durée et le nombre des manœuvres. Nous trouvons la confirmation de cette opinion dans un tableau figurant au rapport déjà mentionné de la sous-commission de Saint-Pétersbourg et composé d'après des données tirées des comptes rendus des Compagnies de chemins de fer.

Ce tableau donne la série de rapports suivante, entre le chemin parcouru par les locomotives pendant les manœuvres et leur parcours total en tête des trains :

	1877	1878
Nijni-Novgorod	27	27.3
Nicolas	30	33
Saint-Pétersbourg-Varsovie	30.5	35
Baltique.	45	45.5
Tsarskoë-Sélo	53	49
Novotorjok	49	45.6
Borovitchi	42	54
Chouïa-Ivanovo	89	85
Novgorod (à voie étroite).	44	39
Oural	...	33
Rybinsk-Bologoë	39	48

En comparant les deux tableaux, on voit que la longueur moyenne des voies de station entre les croisements n'est pas sans avoir de l'influence sur la quantité des manœuvres; ainsi,

(1) Y compris la voie de raccordement.
(2) D'après le compte rendu de 1877.

par exemple, nous voyons que c'est au chemin de fer de Chouïa-Ivanovo que cette longueur est maximum et c'est aussi là que le nombre des manœuvres atteint son maximum.

Les voies spéciales de tiroir pour voies de triage sont chose très rare sur nos lignes; les voies de triage, même là où elles forment des faisceaux à part, s'embranchent pour la plupart sur les voies principales et sur les voies d'évitement. L'absence de voies de tiroir, surtout dans les gares intermédiaires, oblige souvent, quand il s'agit de faire passer des wagons d'une voie de service à une autre, de les faire manœuvrer sur les voies principales, ce qui est toujours plus long; il n'est, en effet, permis d'exécuter des manœuvres sur celles-ci qu'à condition de prendre des mesures de précaution particulières et, de plus, il faut les suspendre un quart d'heure avant le passage de chaque train. Quand, pour éviter des pertes de temps, cette dernière prescription n'est pas observée, l'encombrement des voies principales est souvent cause de collisions.

Actuellement, on ne trouve un groupe plus ou moins régulièrement disposé de voies de triage que sur la ligne Nicolas. Ce groupe forme une gare spéciale de triage qu'on peut citer comme modèle, car sa disposition est résultée d'une étude approfondie du but à atteindre et elle est faite d'après un plan très rationnel.

Elle est située à 7 kilomètres de Saint-Pétersbourg, sur un emplacement entièrement neuf, choisi de manière à répondre à toutes les exigences. Elle ne fonctionne que depuis peu de temps et elle est destinée à la réception des trains de marchandises arrivant à Saint-Pétersbourg, ainsi qu'au triage des wagons qui les composent suivant leurs différentes destinations et les différents endroits de déchargement des marchandises. Une gare semblable de triage a également été installée pour le triage des wagons à expédier de Saint-Pétersbourg.

Cette gare, unique jusqu'à présent dans son genre en Russie, a contribué à supprimer complètement les retards qui se produisaient en 1877 sur le chemin de fer Nicolas. Mais, malgré d'aussi brillants résultats, on ne saurait la considérer comme parfaite, parce que la disposition de ses voies n'exclut pas les mouvements à contre-voie.

Dernièrement, les chemins de fer du Sud-Ouest ont achevé d'installer une gare semblable à Odessa, auprès de la gare de marchandises de « Tiraspolskaïa-Zastava »; de plus, il est question d'établir encore plusieurs autres gares de ce genre à Kiev, Kazatine et en d'autres points de bifurcation.

Les voies de chargement et de déchargement ne sont pas partout en nombre suffisant; dans certaines stations, elles servent en même temps de voies de garage aux trains, et dans d'autres elles sont en cul-de-sac, ce qui gène le dégagement des wagons. En général, les voies devant servir au chargement et au déchargement sont disposées de manière à ne pas permettre de faire sortir tel ou tel wagon d'une rame déterminée, sans interrompre le travail tout le long de la voie. C'est ainsi que les wagons chargés ou déchargés sont retenus jusqu'au moment où l'on a fini de charger ou de décharger le dernier d'entre eux. Aux époques où le trafic augmente, alors que la rapidité d'échange du matériel roulant joue un rôle très important, cet inconvénient des voies de chargement et de déchargement se fait sentir tout particulièrement.

En général, il n'existe pas de spécialisation rigoureuse des voies des stations. Pour ce qui est de l'installation des gares, on peut affirmer sans crainte qu'à de rares exceptions près, tant au moment de l'établissement des lignes que pendant leur exploitation, la disposition des voies, des aiguilles et des bâtiments a été faite sans plan combiné d'avance et sans prendre en considération ni les circonstances locales, ni l'accroissement constant du mouvement.

Ajoutons qu'on ne rencontre que fort rarement des gares spéciales de voyageurs, ou, du moins, des groupes à part de voies destinées à la formation au départ et à l'arrivée des trains de voyageurs.

En somme, tous les inconvénients existant dans la disposition des stations peuvent se résumer comme suit :

1° Confusion des voies servant à la composition des trains de voyageurs et de marchandises,

d'une part, et à l'expédition des trains et aux manœuvres de l'autre, comme cela a lieu dans un grand nombre de gares principales;

2° Étroitesse et longueur exagérée des stations, empêchant l'extension des voies dans le sens de la largeur;

3° Insuffisance des voies de garage;

4° Absence de faisceaux de voies spéciales avec voies de tiroir;

5° Mauvaise disposition des bâtiments des stations. Établissement dans les limites des stations de passages à niveau, qui entravent constamment soit l'exécution des manœuvres, soit le passage des voitures ou des piétons. Complication considérable apportée aux manœuvres par la disposition de plaques tournantes et de ponts à bascule sur des voies non réunies par leurs deux extrémités avec les voies principales et sans communication avec les voies voisines;

6° Disposition peu rationnelle des aiguilles;

7° Absence, sur les voies destinées au chargement et au déchargement, de dispositifs permettant de dégager un certain nombre de wagons sans déranger toute la rame. Manque général d'installations mécaniques pour le chargement et le déchargement des wagons;

8° Éclairage insuffisant des voies des stations.

Tous ces défauts qui, à première vue, peuvent paraître ne pas avoir d'importance capitale, influent tellement dans leur ensemble sur la rapidité et la régularité du mouvement, qu'ils deviennent la principale cause des retards des trains. Pour le prouver, voici les données que la sous-commission de Riga, dans sa description du chemin d'Orel-Griazi, a mises au jour relativement à la régularité du mouvement de cette ligne pendant la période triennale de 1876 à 1878 :

ANNÉES.	PARCOURS DES TRAINS.	TEMPS FIXÉ POUR LE PARCOURS.		RETARDS (nombre d'heures).	VITESSE MOYENNE PAR VERSTE EN MINUTES ET SECONDES	
		Nombre d'heures réglementaire.	Nombre d'heures réellement employé.		réglementairement.	en réalité.
1876 . .	752,065	29,492 h. 40 m.	34,649 h. 54 m.	5,157 h. 14 m.	2 m. 19 s.	2 m. 47 s.
1877 . .	966,771	50.005 h. 20 m.	54,989 h. 26 m.	4,984 h. 16 m.	3 m. 06 s.	3 m. 24 s.
1878 . .	955,644	46,616 h. 45 m.	59,981 h. 18 m.	6,364 h. 33 m.	2 m. 57 s.	3 m. 25 s.

Malheureusement, la sous-commission n'a pu recueillir des renseignements analogues pour les années précédentes. Cependant, on voit clairement que le nombre d'heures de retard augmente avec le nombre de train-verstes; la différence entre la vitesse réelle du mouvement des trains et la vitesse réglementaire s'accroît simultanément. Pour représenter d'une manière plus saisissante l'augmentation du nombre d'heures de retard d'une année à l'autre, en prenant en considération en même temps l'accroissement du mouvement sur la ligne exprimé en train-verstes, il faudrait la calculer en pour cent; mais les renseignements recueillis par la sous-commission pour une période de trois années seulement ne permettent pas de s'en faire une idée exacte, bien que, dans cet espace de temps, la proportion des retards se soit déjà accrue de 1 et de 0.5 p. c.

Afin de rechercher les causes de ce fait, la sous-commission a demandé des renseignements pouvant l'éclairer sur les circonstances qui ont entravé la marche régulière des trains. Ces renseignements ont également été fournis pour les années 1876, 1877 et 1878.

En les classant par catégories, on voit que : 1° la formation des trains, les manœuvres des wagons, le chargement et le déchargement des marchandises, l'insuffisance du nombre de locomotives, le manque d'eau ou de combustible, l'encombrement de l'accès des stations provoqué par les trains en retard et d'autres causes encore, ont occasionné en moyenne 10.92 p. c.

des retards en 1876, 11.67 p. c. en 1877 et 13.23 p. c. en 1878 ; 2° les déraillements, les avaries au matériel roulant, les réparations de la voie et les ralentissements ont donné 8.59 p. c. de retard en 1876, 7.39 p. c. en 1877 et 5.19 p. c. en 1878.

Les causes de la première catégorie, qui sont une conséquence directe des inconvénients que nous avons énumérés, vont toujours en croissant et ont augmenté de 10.92 p. c. à 13.23 p. c., tandis que la proportion des causes de la seconde catégorie s'est abaissée pendant le même intervalle de 8.59 p. c. à 5.19 p. c. Quelle meilleure preuve pourrait-on exiger de ce que nous avons dit plus haut?

Cette critique sévère est reproduite ici presque entière parce que, d'abord, elle fait voir tous les inconvénients de nos stations et qu'ensuite les opinions qui y sont formulées expriment exactement la conviction d'un assez grand nombre de nos ingénieurs. Mais, dans sa critique, la commission n'a considéré la question dont il s'agit qu'à un point de vue trop restreint et subjectif et d'une manière assez superficielle d'ailleurs. De même que l'établissement des lignes de chemins de fer russes, de leurs ouvrages d'art et de leur superstructure a son histoire, de même, les différents systèmes ou types de dispositions générales de nos gares se sont dégagés peu à peu des changements successifs qu'on a dû apporter aux dispositions primitives. Il est évident que la nécessité de ces changements est loin d'être toujours la preuve de l'erreur du constructeur.

Lors de l'établissement des projets de presque chacune de nos voies ferrées, il a surgi des doutes sans fin sur l'utilité et les avantages de sa construction, ainsi que des demandes de modification du projet dans le but de diminuer, autant que possible, les dépenses prévues. D'une part, le prix élevé de la construction de quelques-uns de nos chemins de fer, et, de l'autre, l'insuffisance des recettes de presque toutes nos lignes dans les premiers temps de leur exploitation, ont rendu indispensable la simplification du type des constructions et même, pour certaines lignes, l'exécution des terrassements de la plate-forme pour une seule voie. Ces raisons n'ont pu manquer d'influer sur la manière dont ont été dressés les plans de nos gares. Il est à remarquer, d'ailleurs, que les règles à suivre en cette matière constituent une question assez nouvelle même sur les chemins étrangers.

Ce n'est donc nullement par imprévoyance de leur agrandissement probable dans l'avenir que l'on a parfois réservé des superficies trop petites dans les gares de premières lignes russes et élevé de chaque côté de la voie des bâtiments, qui ont plus tard fait obstacle à la construction d'autres bâtiments. Dès lors, en agrandissant les stations, on a été obligé, malgré soi, de reporter les nouvelles voies en dehors de leurs limites, en les développant dans le sens de la largeur ou de la longueur, mais sans les poser à côté des anciennes. Il est aussi tout naturel que l'emplacement restreint occupé par une station ait pu obliger, comme cela est arrivé, par exemple, à Saint-Pétersbourg au chemin Nicolas, de construire une nouvelle gare à quelques kilomètres de la gare existante, au lieu d'agrandir celle-ci.

La commission d'enquête a fonctionné à une époque où déjà, par suite du développement du mouvement, beaucoup de chemins de fer réclamaient des installations supplémentaires, parce qu'ils ne pouvaient suffire à tous les transports indispensables et qu'ils avaient excité le mécontentement des particuliers et d'Administrations entières. Sous

l'impression de ce mécontentement, la commission semble avoir oublié qu'en construisant notre réseau nous avions principalement en vue la création de voies de transit, et qu'avec le développement de la circulation intérieure et la nécessité d'augmenter la capacité de trafic des lignes dans un but stratégique, devait inévitablement se faire sentir le besoin d'agrandir beaucoup de gares en augmentant le nombre de leurs voies et de corriger les défauts passagers de leur disposition primitive.

Douze années se sont déjà écoulées depuis que la commission a terminé ses travaux. Pendant cet intervalle, la plupart des stations des chemins de fer russes ont été plus ou moins agrandies et reconstruites en complétant et remaniant leurs installations. En même temps, il s'est aussi formé peu à peu un type russe de disposition générale des gares approprié aux conditions climatériques de la plus grande partie du pays, à la grande longueur des trains de marchandises, surtout des trains vides, et au manque d'habitude, de la plupart des agents de faire manœuvrer les wagons autrement qu'à l'aide de locomotives. Les traits distinctifs de ce type sont : l'absence de plaques tournantes et de chariots pour déplacer les wagons, la grande longueur des voies reliées à leurs extrémités par des aiguilles dans les stations, l'absence de traversées obliques destinées à abréger les manœuvres, l'établissement aux stations les plus importantes de voies de tiroir pour éviter de faire avancer sur les voies principales les trains en manœuvre et l'absence d'aiguilles en pointe sur les voies principales des chemins de fer à double voie. Quoique cette dernière précaution entraîne un ralentissement dans les manœuvres, elle a été reconnue indispensable par le ministère des voies de communication dans l'intérêt de la sécurité, lorsque le mouvement s'est développé au point de nécessiter la pose d'une seconde voie principale. Dans le cas où l'établissement d'aiguilles en pointe devient inévitable, afin de ne pas entraver la marche des trains, on les enclenche avec des signaux avancés aux extrémités correspondantes de la station.

On peut juger combien la question de la disposition générale normale des stations est encore nouvelle chez nous, par le fait que ce n'est que tout dernièrement qu'on a commencé à discuter les conditions auxquelles doit satisfaire tout projet de ce genre présenté à l'approbation.

2. — Stations d'utilité générale.

Classes ou catégories de stations. — La répartition des stations en classes se fait d'ordinaire à priori lors de l'approbation des projets des lignes. Les stations de première classe sont ordinairement de grandes stations où l'on change les locomotives et quelquefois même le personnel des trains. Ces stations s'établissent le plus souvent dans le voisinage des villes. Il existe aussi des stations de première classe placées dans des endroits complètement déserts, autour desquelles se sont pourtant formés, dans l'espace d'une vingtaine d'années, de grands centres, des usines et des fabriques. Les stations de deuxième classe n'ont souvent que des dépôts de locomotives à marchandises de rechange pour relayer ceux qui amènent les trains et des bâtiments de dimensions moindres que ceux des stations de première classe. Les stations de troisième classe n'ont que des remises pour le stationnement des machines servant aux

manœuvres, ainsi qu'un bâtiment de voyageurs. Dans beaucoup de ces stations, les remises sont devenues complètement inutiles et ont, par suite, reçu une autre destination. Les stations de quatrième et de cinquième classe ne comprennent ordinairement pas de dépôts, mais seulement des bâtiments destinés au service du mouvement; elles diffèrent d'une classe à l'autre uniquement par leurs dimensions. Les stations de cinquième classe sont désignées le plus souvent sous le nom de demi-stations (haltes).

Lors de la construction du chemin de fer, la disposition et le nombre des voies de chaque gare sont généralement en rapport avec la catégorie à laquelle elle appartient, mais avec le temps, elles finissent par ne plus y répondre qu'à peu près. Tout dépend de l'importance du nombre de voyageurs et de la quantité des marchandises à recevoir et à expédier, de ce que la station, d'abord gare de transit, se transforme en gare de bifurcation, et de beaucoup d'autres causes intimement liées au développement du trafic. C'est pourquoi il n'est pas rare de voir une station de classe inférieure exiger, par suite de l'importance qu'elle acquiert, l'extension de ses voies, puis l'exécution de certains travaux, à défaut desquels les manutentions ne pourraient s'y faire sans difficultés. Elle acquiert ainsi, malgré ses modestes dimensions à l'origine, une plus grande importance même que certaines stations de classe supérieure. Comme exemples de pareilles stations, nous pouvons citer celles de Vileïka et Kochédary, du chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie, de Tosna, Ouglovka et Ostachkovo, du chemin Nicolas, de Griazi, Chakhtnaïa et Zviérévo, du chemin de fer de Kozlov-Voronège-Rostov, etc.

Petites stations. — Nous comprenons ici sous ce nom de simples garages, ainsi que des haltes qui servent à l'évitement des trains et qui, en même temps, ont l'occasion de recevoir ou d'expédier certaines marchandises locales. Ces stations pourraient être établies d'après un type plus uniforme que les autres, mais elles se distinguent en Russie par une grande variété dans la disposition des voies, variété qui s'explique par le fait qu'elles ont été établies à des époques diverses et par des constructeurs ayant des vues personnelles différentes. Nos premiers maîtres en matière de chemins de fer furent les Américains et les Autrichiens, qui dirigèrent directement la construction des lignes de Tsarskoë-Sélo, Nicolas, Varsovie-Vienne et d'autres lignes du royaume de Pologne. Puis les Allemands et les Anglais construisirent les chemins de fer de Brest-Graiévo et de Riga-Dvinsk, les Français, ceux de Saint-Pétersbourg à Varsovie, Nijni-Novgorod, Kiev-Brest et Moscou-Riazane; enfin, les Anglais ont encore construit la ligne de Poti-Tiflis. Les ingénieurs de ces différentes nationalités tâchaient d'appliquer aux stations qu'ils avaient à construire les dispositions qu'ils étaient habitués à voir chez eux. Cependant plus tard, comme nous l'avons dit plus haut, les stations, par suite de l'accroissement du trafic, ont nécessité l'extension de leurs voies et de leurs bâtiments et ont perdu leur caractère primitif. Les ingénieurs russes, en dressant dans la suite des projets pour la reconstruction ou l'agrandissement des gares, se laissèrent guider par l'expérience du passé et empruntèrent aux types anciens ce qui paraissait le mieux convenir au présent. Ce n'est que dans ces derniers temps que l'on a créé, sur quelques chemins privés et sur ceux de l'État, des types de stations pour servir à la construction des nouvelles lignes.

Stations de moyenne grandeur. — Nous désignons sous ce titre les gares qui servent non seulement au trafic de transit, mais encore à la réception et à l'expédition en plus ou moins grande quantité de marchandises locales; c'est pourquoi ces stations sont pourvues d'installations comparativement importantes pour le chargement et le déchargement et possèdent toujours une locomotive de service pour les manœuvres. A part cela, tout ce qui a été dit à propos des petites stations se rapporte en grande partie également à celles de grandeur moyenne.

Grandes stations et gares principales. — Cette catégorie embrasse les stations de première et de seconde classe et les gares terminus avec toutes leurs dépendances. Tout ce que nous avons dit relativement aux projets des petites stations convient également aux grandes, sauf aux gares terminus dont la disposition dépend des circonstances locales. Comme exemples, nous pouvons citer les gares extrêmes les plus intéressantes situées à Saint-Pétersbourg, Moscou, Riga, Odessa et Varsovie.

3. — Gares spéciales.

Grandes gares de voyageurs et de marchandises. — Presque sur toutes les lignes qui aboutissent à des ports, à des quais et aux capitales, il y a des gares de voyageurs distinctes des gares de marchandises. Ces gares ne se distinguent pas par des installations particulières. Une des premières lignes sous le rapport du mouvement des voyageurs, le chemin Nicolas, a pour centres les plus importants de ses départs et de ses arrivées, Saint-Pétersbourg et Moscou; mais ici, pas plus qu'ailleurs, on ne trouve d'autres installations spéciales que des buffets et des cabinets de toilette. Ce n'est qu'au chemin de Tsarskoë-Sélo, servant presque exclusivement au transport des voyageurs, qu'il existe à Pavlovsk, dans le bâtiment de la station, une salle où l'on donne des concerts tous les jours depuis le mois d'avril jusqu'au mois de septembre.

Pour ce qui est des gares spécialement consacrées à la réception et à l'expédition des marchandises de toute nature, il suffit d'observer que beaucoup d'entre elles sont très vastes et méritent d'être particulièrement étudiées, mais un petit nombre seulement ont des dispositions spéciales. Parmi celles-ci, il convient de citer en premier lieu tout le groupe des gares de marchandises d'Odessa, ainsi que celles de Tsaritsyne, Novorossiisk, etc.

Gares de bifurcation. — On désigne sous ce nom les stations disposées aux points de jonction de plusieurs lignes. Nous avons déjà dit plus haut que sur le réseau russe de pareils points de jonction sont le plus souvent formés par un groupe de stations isolées les unes des autres, appartenant aux différents chemins de fer qui y aboutissent et reliées entre elles par des voies de raccordement. Il n'est pas rare de voir ces dernières tracées en zigzag pour qu'aucun train ne puisse passer d'une ligne à l'autre sans s'arrêter.

Une disposition aussi particulière présente parfois de grandes difficultés pour le mouvement des trains et pour l'échange rapide du matériel roulant. Cet état de choses a d'ailleurs exigé la nomination de commissions, appelées commissions de jonction,

chargées d'apporter peu à peu aux embranchements toutes les améliorations possibles.

La première station qui ait été reconstruite pour un pareil motif est celle de Brest, d'où partent six lignes se dirigeant sur d'autres gares de bifurcation : Kovel, Kholm, Loukov, Biélostoc, Baranovitchi et Louninets.

L'existence de six gares différentes appartenant aux diverses lignes aboutissant à Moscou et la dépense considérable qu'entraînerait la construction dans cette ville d'une gare centrale commune, ont inspiré un projet de chemin de fer de ceinture dressé en 1872 à l'instar de ceux qui existent à Paris, Berlin, Londres, etc. Ce projet, accueilli très favorablement à plusieurs reprises, n'a pas été suivi d'exécution, ni même présenté définitivement à l'approbation du ministère faute d'avoir pu réunir le capital nécessaire. L'établissement d'un pareil chemin de fer résoudrait cependant une fois pour toutes le problème de la jonction la plus commode de toutes les lignes qui aboutissent, ou qui pourraient aboutir dans l'avenir à Moscou.

Gares de triage. — La nécessité de pareilles gares se fit sentir pour la première fois en Russie pendant la guerre de 1877-1878, lorsque le blocus des ports de la mer Noire fit prendre la direction du nord à toutes les marchandises et que le chemin de fer Nicolas fut encombré. Une enquête minutieuse démontra que la cause de cet embarras était l'insuffisance de la gare de Saint-Pétersbourg, où affluaient chaque jour jusqu'à 1,700 wagons, qui y restaient pendant de nombreuses journées sans être réexpédiés ni déchargés, parce qu'il était complètement impossible de manœuvrer sur les voies. L'emplacement restreint de la gare, qui ne permettait pas d'augmenter le nombre de voies, et l'impossibilité de la reconstruire sans interrompre le trafic, ont amené à établir 10 kilomètres plus loin, à la première demi-station, une immense gare de triage comprenant 52 kilomètres de voies et 138 embranchements. En donnant d'aussi imposantes dimensions à cette gare, la Grande Société des chemins de fer russes a voulu se prémunir contre le retour d'une éventualité pareille à celle de 1878; elle a dépensé pour sa construction la somme de 792,000 roubles. S'en tenant fidèlement à la disposition de voies qui caractérise toutes les gares du chemin de fer Nicolas, elle a séparé les voies de triage destinées à une direction de mouvement des voies destinées à la direction opposée et elle a composé la gare de deux parties distinctes, disposées chacune à droite de chaque voie principale par rapport au sens du mouvement. L'une des parties porte le nom de gare d'arrivée (des trains pairs), l'autre celui de gare de départ (des trains impairs). Le triage des wagons se fait par la gravité au moyen de voies de tiroir ayant une pente de $^1/_{100}$ (10 millimètres par mètre).

L'établissement de la gare de triage de Saint-Pétersbourg fit faire un grand pas en avant à la question de l'augmentation de la capacité de trafic des chemins de fer russes. La nécessité d'assurer une plus grande intensité de mouvement dans un but stratégique et commercial mit en relief l'inconvénient, au point de vue des retards, de la mise en marche de trains composés de wagons non disposés dans l'ordre des stations de destination, et de l'obligation d'exécuter des manœuvres sur les voies principales. Tout le désavantage de ces entraves ayant été démontré, les chemins de fer russes se mirent à reconstruire un grand nombre de leurs gares en posant des voies de tiroir et en établissant des faisceaux de voies sur lesquelles on pût classer les wagons dans les

trains par stations de destination. Des gares spéciales de triage comme celle du chemin Nicolas ont encore été établies aux chemins de fer de Moscou-Riazane et du Sud-Ouest.

Dans l'établissement des gares de triage et des voies de tiroir, on a observé, entre autres choses, que les voies en pentes, disposées dans des endroits découverts, pour trier les wagons par la gravité, ne devaient pas être inclinées dans la direction des vents dominants.

Gares a céréales. — Pour les gares destinées à l'expédition du blé, de l'avoine et d'autres céréales, on tient compte du court espace de temps qu'on a pour recueillir et pour charger ces marchandises sur les navires par suite de la congélation de nos fleuves et de nos mers. Ces circonstances et les avances que fait la banque de l'État sur les blés emmagasinés mais non encore vendus, ont rendu indispensable l'établissement dans les gares à céréales de magasins et d'élévateurs destinés à conserver plus ou moins longtemps le grain reçu, à le charger, le décharger, le transborder, etc., économiquement. On a aussi éprouvé le besoin de faciliter et de rendre moins coûteux le chargement de ces produits dans les navires; aussi a-t-on agrandi les stations des ports, établi des estacades, etc. Parmi les gares à céréales, on peut citer celles de : Odessa, Nicolaïev, Sébastopol, Novorossiisk, Taganrog, Tsaritsyne, Saratov, Samara, Rostov sur le Don, Iélets, Lebédiane, Dannkov, Kozlov, Riajsk, Rybinsk, Saint-Pétersbourg, Réval, Riga, Libau, Marioupol. Les installations pour le chargement des navires à Odessa et Novorossiisk, ports destinés à un avenir brillant, méritent une attention spéciale. Aussi, dans ce dernier port, est-on en train de construire un élévateur d'une contenance de 300,000 tchétverts (630,000 hectolitres) et 14 magasins en pierre d'une superficie totale de 27,422 mètres carrés pour 6,000 tonnes de grain.

Gares a charbon et a sel. — Ces gares n'ont pas d'installations particulières, à l'exception de voies et de ponts à peser, en nombre suffisant pour répondre à tous les besoins aux époques où les expéditions sont le plus considérables. Mais il est hors de doute que les transports de cette nature sont destinés à prendre une grande importance en Russie, au fur et à mesure de l'extension du réseau des voies d'accès qui assurera l'apport continuel de marchandises aux stations. Les gares en question sont situées sur les chemins de fer Catherine, Ivangorod-Dombrova, Tsaritsyne, Donétz, Transcaucase et Baskountchak. On ne trouve d'installations spéciales pour le chargement du charbon dans les navires qu'à Marioupol.

Gares a naphte. — On peut diviser ces gares en trois groupes. Le premier groupe comprend les gares maritimes recevant le naphte en wagons-citernes pour le charger sur les navires; le second se compose des gares maritimes et fluviales qui expédient dans les wagons-citernes le naphte arrivé par eau; le troisième est formé des gares qui reçoivent le naphte pour en pourvoir les centres de population les plus rapprochés.

On emploie pour le transport du naphte des bateaux à vapeur et des chalands spéciaux, dont la cale est divisée en compartiments par des cloisons transversales. Le naphte est déversé dans ces compartiments, d'où on le fait ensuite passer à l'aide de pompes dans les citernes où on le décharge. On recueille à Bakou jusqu'à 5 millions de tonnes de naphte, dont un tiers est trans-

formé en huiles d'éclairage et de graissage, et les deux autres tiers, qui constituent un résidu, sont employés comme combustible.

Il convient de mentionner ici la conduite de pétrole établie par la Société des frères Nobel sur le chemin de fer du Transcaucase au col du Sourame. Cette conduite va de la station de Mikhaïlovka, où le liquide est amené par des wagons-citernes, jusqu'à celle de Kvirily, où il sort des tuyaux pour remplir de nouveau des wagons-citernes qui l'emportent à Batoum; elle peut annuellement débiter 196,000 tonnes de pétrole (12 millions de pouds).

Au premier groupe appartiennent les gares de Poti, de Batoum, le nouveau port de Libau, etc.; au second, celles d'Odessa, Tsaritsyne, Nijni-Novgorod et Saratov.

La navigation ayant généralement à subir des interruptions dans le courant de l'année, tandis que les transports de naphte par chemin de fer ont lieu sans discontinuer, les gares des deux groupes précédents doivent inévitablement être pourvues de réservoirs pour emmagasiner le naphte, — celles du premier, en attendant son chargement dans les navires, celles du second, jusqu'à ce qu'on puisse l'expédier par chemin de fer lorsque la navigation est suspendue. Ces réservoirs sont ordinairement des cylindres fermés en fer, ou bien, surtout dans les gares du second groupe, des citernes de forme rectangulaire avec des talus recouverts d'une couche d'argile protégée par des madriers attachés à des traverses qui y sont enfoncées; on ménage une couche d'eau au fond de la fosse, qui est recouverte d'un toit en planches protégé par du carton incombustible. Ces citernes sont ordinairement faites pour contenir de 15,000 à 25,000 tonnes.

Dans la gare de Bakou, qu'il convient de rattacher au second groupe, l'on est en train de construire en ce moment une fosse d'une contenance de près de 100,000 tonnes.

Les gares à naphte du troisième groupe possèdent ordinairement, dans un endroit quelque peu à l'écart, plusieurs grands réservoirs cylindriques, construits en tôle de fer, dans lesquels on emmagasine le pétrole et les autres produits du naphte. Ces réservoirs, comme ceux des premiers groupes, sont munis de tous les appareils nécessaires pour pouvoir opérer le transvasement direct dans les wagons-citernes qui sont amenés de la gare par un embranchement. Les entrepôts les plus considérables se trouvent aux gares de Domnino du chemin d'Orel-Griazi (64,000 tonnes), de Moscou de la ligne de Moscou-Nijni, et de Saint-Pétersbourg du chemin Nicolas; l'entrepôt de Domnino est considéré comme un entrepôt central, d'où les produits de naphte ne sont pas seulement transportés par des rouliers dans les limites d'un rayon restreint, mais sont encore expédiés au loin dans des wagons-citernes.

4. — Installations accessoires des gares.

Nous appelons ainsi l'ensemble de tout ce qui est indispensable aux opérations relatives à l'expédition et à la réception des trains, au pesage, au chargement et au déchargement des marchandises, au transport des voyageurs et des bagages, à la garde des bagages et des marchandises, etc. Ce paragraphe ne comprend donc pas la voie proprement dite, les ouvrages d'art, les bâtiments, le personnel, le matériel roulant, le combustible, l'alimentation, les signaux et tous les dispositifs servant aux communications.

Nous aurons en conséquence à nous occuper :

1° Du mobilier et des appareils d'éclairage;

2° Des appareils à incendie et des boîtes de secours médicaux;

3° Des appareils de pesage;

4° Des trucs et des appareils accessoires servant au chargement et au déchargement des marchandises;

5° Des grues et des gabarits de chargement;

6° Des dispositifs servant à tourner le matériel roulant;

7° Des chariots transbordeurs pour le déplacement transversal du matériel roulant;

8° Des contrôleurs divers.

Les installations accessoires désignées sous les numéros 1°, 4° et 8° dépendent uniquement de l'importance des stations et n'ont pas besoin d'être décrites, car elles sont connues de tout le monde. Quant à celles visées par le numéro 2 et ordinairement comprises parmi les accessoires des stations, on les trouvera décrites dans la quatrième partie de l'*Aperçu*, à propos des institutions de sûreté, auxquelles elles se rapportent plus directement.

Plaques tournantes. — Comme nous l'avons déjà dit, les plaques tournantes sont principalement en usage en Russie pour tourner les locomotives. Ces plaques, à défaut de plaques spéciales pour wagons, s'emploient pourtant aussi pour tourner ceux-ci dans certains cas. Les plaques tournantes spécialement destinées aux manœuvres ne sont pas en faveur sur les chemins de fer russes et cela pour des raisons diverses. Les premiers wagons à marchandises, construits en Russie d'après le type américain, se distinguaient de ceux des autres chemins de fer européens par un plus grand écartement de leurs essieux. Sur la ligne Nicolas, il y avait des wagons à bestiaux dont l'écartement des essieux était de 12.80 mètres. De très longues voitures à voyageurs y étaient aussi en usage. Dans de pareilles conditions, il aurait fallu construire des plaques tournantes de très grand diamètre, afin de pouvoir s'en servir pour faire passer le matériel roulant d'une voie à une autre dans les stations. De plus, les conditions climatériques de la plus grande partie de la Russie rendaient très difficile l'entretien en bon état des plaques tournantes pour wagons, là où on en avait établi. Enfin, l'habitude prise au chemin de fer Nicolas, d'avoir uniquement recours pour les manœuvres aux branchements, c'est-à-dire aux aiguillages et aux croisements, s'est répandue sur les autres lignes; en partie, peut-être, parce qu'un grand nombre de leurs ingénieurs avaient pris part à la construction du chemin Nicolas. Même les plaques tournantes qui avaient été établies, en nombre restreint, pour les wagons à marchandises sur les voies bordant les magasins furent enlevées quelque temps après leur mise en exploitation, à cause de l'inaptitude à s'en servir dont fit preuve le personnel. Actuellement, il n'y a plus qu'un très petit nombre de ces plaques en usage.

Les plaques tournantes pour locomotives, qui ont fait leur apparition à l'époque de l'ouverture du chemin de fer Nicolas en 1851, sont en charpente et ont 3 sagènes (6.39 mètres) et 6 sagènes (12.78 mètres) de diamètre. Les plaques de 3 sagènes

exigent que la locomotive soit séparée de son tender; c'est pourquoi on n'en installe qu'aux stations de troisième classe pour les machines de service, qui ont rarement besoin d'être tournées. On se méfiait tellement du bon fonctionnement des plaques tournantes à ciel ouvert, qu'on les a toutes disposées à l'intérieur des remises, sous toit, ce qui a considérablement augmenté le prix de revient des dépôts de locomotives.

Sur le chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie (1857), on rencontre déjà des plaques tournantes en fer installées à ciel ouvert au centre des rotondes à locomotives. Depuis, sur toutes les autres lignes, les plaques tournantes pour locomotives ont été exécutées presque exclusivement en fer; le chemin de fer Nicolas a remplacé depuis 1875 ses grandes plaques en bois par des plaques en fer et il a complètement supprimé les petites.

Depuis 1880, on a introduit sur quelques lignes la plaque tournante américaine de Sellers, mieux appelée pont tournant, et se distinguant par cette particularité qu'elle a une large fondation, très solide à l'emplacement du pivot. Celui-ci supporte presque tout le poids de l'appareil, le restant étant équilibré au moyen de gallets placés à la circonférence. Pour arriver à ce résultat, on place la locomotive de façon que son centre de gravité soit le plus rapproché possible du centre du pont. Cet appareil peut ordinairement être manœuvré par un ou deux hommes agissant sur un levier. Les premières plaques Sellers reçues d'Amérique étaient en fonte; mais actuellement elles sont en tôle et fabriquées dans le pays.

Sur les chemins de fer construits récemment ou en voie de construction, on a établi, ou l'on va établir dans toutes les gares possédant des dépôts principaux ou de relais, de grandes plaques tournantes de 18.31 mètres de diamètre, ou, pour les remplacer, des voies de rebroussement disposées en triangle.

Triangles de rebroussement. — Dans un grand nombre de stations où la place le permettait, on a établi, pour tourner les locomotives et les wagons, des voies de rebroussement disposées en triangle. La simplicité et le bon marché de leur établissement et parfois la rapidité relative avec laquelle ils permettent d'effectuer la manœuvre, leur font, dans beaucoup de cas, donner la préférence aux plaques tournantes; on en installe même dans des gares où il y a déjà des plaques.

L'aire de ces triangles sert ordinairement d'emplacement à des dépôts de charbon; parfois on y établit aussi des remises à locomotives et d'autres bâtiments. A la gare des voyageurs de Rybinsk, il y a un triangle de rebroussement à l'intérieur duquel sont disposés le bâtiment de l'alimentation d'eau, le magasin et la plus grande partie des ateliers de grandes réparations du matériel roulant.

Chariots roulants. — Ces appareils sont employés dans certaines stations terminus, comme celles des chemins de fer de Tsarskoë-Sélo et de Péterhof à Saint-Pétersbourg, du chemin de fer Riga-Dvinsk à Riga et de Kichinev, des chemins de fer du Sud-Ouest, etc. Cette dernière est aujourd'hui une station de passage, mais il y a dix-huit ans elle était également une gare terminus. On fait aussi usage de chariots roulants dans quelques ateliers de montage de locomotives et de wagons. Ils sont de types très différents, mais ne

présentent cependant aucune particularité à signaler. Quelques-uns sont mus par la vapeur.

APPAREILS DE PESAGE. — On emploie en Russie des ponts à bascule de différents systèmes, surtout ceux du type Falcot, à deux voies, dont l'une est réservée aux wagons à peser, l'autre au passage des locomotives et des wagons pendant qu'on ne procède pas au pesage. Jusqu'au moment de l'adoption des ponts à bascule de ce système, on faisait exclusivement usage de ceux du système Béranger, que l'on rencontre encore dans quelques stations. Ils ne comprennent qu'une paire de rails; il faut plus de temps pour le pesage au moyen de cet appareil, qui est plus sujet aux avaries. Outre les ponts à bascule du système Falcot, les plus répandus sont ceux du système Fairbanks, qui n'ont qu'une paire de rails comme ceux de Béranger, mais qui sont pourvus d'un appareil de calage afin de leur donner des points d'appui fixes au repos. Le système Fairbanks est même mentionné dans le *Recueil des lois*.

On ne peut dire que les ponts à bascule soient très répandus sur les chemins de fer russes. L'une des raisons en est le prix élevé de ces appareils, que l'on a dû jusqu'ici faire venir de l'étranger en payant des frais de douane. D'autres raisons de ce fait sont leur fréquente détérioration provenant de la difficulté de ménager l'écoulement des eaux d'infiltration, qui pourraient geler dans leurs fondations, et les avaries occasionnées par le passage accidentel d'une machine sur la voie non calée du pont à peser. Un troisième motif, c'est que pour amener les wagons sur les ponts à bascule, il faut exécuter de nombreuses manœuvres auxquelles on renonce souvent pour les expédier plus rapidement. Enfin, la nature même des marchandises à expédier fait que la nécessité d'appareils de pesage ne se fait pas sentir. Quand on fait des expéditions de blé, par exemple, on charge chaque wagon d'un nombre déterminé de sacs, en ayant soin auparavant de déterminer le poids moyen de chaque sac par quelques pesées faites sur de petites bascules. On règle le chargement du bois de construction et de chauffage, ainsi que des briques, également à la pièce ou d'après un volume déterminé. Quand on charge un wagon de marchandises de différente nature, on les pèse séparément sur les balances décimales des stations, et la charge totale s'obtient en faisant la somme des poids partiels. Il faut encore prendre en considération le nombre jadis très restreint de stations qui avaient des expéditions très importantes à effectuer et qui, par conséquent, réclamaient l'installation de ponts à bascule; mais, actuellement, depuis que notre trafic et l'exploitation de nos considérables richesses minières se sont développés, le besoin s'en fait sentir bien davantage.

Pour éviter l'inconvénient des longues manœuvres que nécessite le pesage des wagons, M. Rykovski a proposé des bascules mobiles, dont le trait particulier consiste dans la facilité avec laquelle elles se déplacent, ce qui permet de peser toute une série de wagons sans les faire avancer sur les balances, mais en amenant au contraire celles-ci successivement sous chacun d'eux. Pour déplacer ces balances, on pose une voie étroite entre les rails sur lesquels stationnent les wagons; on peut aisément les charger dans un wagon à marchandises pour les transporter et elles peuvent desservir plusieurs stations. Cependant les opinions diffèrent sur les avantages de ces bascules et elles ne sont pas encore très répandues.

En présence du besoin toujours croissant de vérifier la charge des wagons, d'une part, et des frais qu'entraînerait l'installation de ponts à bascule dans les stations, et même l'achat d'un nombre suffisant de balances du système Rykovski, M. P. Folkert, chef du service du télégraphe au chemin de fer du Donétz, a proposé de munir tous les wagons à marchandises d'un indicateur de poids de son invention. Cet appareil, appliqué à deux wagons du chemin de fer du Donétz et essayé pratiquement pendant deux mois, paraît, d'après les renseignements recueillis, répondre complètement à son but. Il ne serait pas sujet à se déranger et ne réclamerait que de très rares réparations. La fabrication de chacun de ces indicateurs revient à 11 roubles.

On fixe solidement sous le wagon, à chaque traverse extrême du châssis et à celle du milieu, une tige en fer plat qui descend jusqu'au plan tangent inférieur des essieux. Une règle en fer cornière de 65 millimètres de côté, disposée sous le châssis et allant d'une traverse extrême à l'autre, porte des entailles laissant passer les trois tringles verticales qui portent une graduation correspondante aux différentes charges (pour les demi-wagons à 200, 400 et 600 pouds, et pour les wagons couverts et les plates-formes à 200, 400, 600 et 750 pouds, soit 3,275, 6,550, 9,810 et 12,263 kilogrammes). Contre l'entaille du milieu, on fixe un limbe de 90°, dont les divisions répondent à celles des tiges, mais en marquent des subdivisions correspondant à 50 pouds (81.80 kilogrammes). Devant le limbe se meut une aiguille munie d'un appendice qui s'engage dans une entaille pratiquée dans la tige du milieu, ce qui permet de lire sur le cadran les déplacements verticaux de la tige amplifiés six fois. Pendant la marche des trains et, en général, quand on ne se sert pas de l'indicateur, on remonte la règle jusqu'aux traverses du châssis et on la fixe aux tiges au moyen de goupilles retenues par des chaînettes. Avant de procéder au chargement des wagons, on enlève les goupilles, on abaisse la règle sur les essieux, l'aiguille descend au zéro, tandis que l'appendice s'engage dans l'entaille latérale de la tige du milieu.

A mesure qu'on charge le wagon, il fait céder les ressorts (un demi-wagon d'une quantité égale à 32 millimètres et un wagon couvert de 75 à 100 millimètres) et il entraîne les tiges dans son mouvement, la flèche se relevant et marquant le poids de la charge.

Les tiges extrêmes servent, à l'aide de leur graduation, à répartir uniformément la charge du wagon.

Toutes les fois qu'on installe un dynamomètre de ce genre, il est indispensable de charger le wagon avec des poids de balances ou des charges de poids déterminé et de marquer un trait sur les tiges et le limbe à chaque tassement produit par toute nouvelle surcharge de 50 pouds.

L'inventeur estime que tous les ressorts de wagons employés étant soumis à une même pression d'épreuve, la flexion de chacun d'eux doit être à peu près la même. Mais la pratique a démontré que, même si quelques-uns présentaient des différences entre eux sous ce rapport, cela ne pouvait pas avoir d'influence sur les indications de la tige médiane.

Il va de soi qu'après chaque grosse réparation d'un wagon, il faut en revérifier le dynamomètre comme nous l'avons décrit ci-dessus.

Si, par suite d'un long usage, un affaissement sensible se produisait dans les ressorts d'un wagon, cas fort rare, les divisions primitives de la tige médiane et du limbe ne correspondront plus à leur position normale quand le wagon est à vide et permettront de déterminer la quantité dont se sont affaissés les ressorts, et partant, de corriger d'autant le poids de la charge.

L'inventeur fait observer que les chemins qui désireraient adopter son appareil pourraient facilement le fabriquer dans leurs ateliers avec les fers de rebut ou anciens.

Il leur reviendrait alors à la moitié du prix indiqué plus haut, soit à environ 6 roubles par wagon [1].

Dans toutes les stations où a lieu la réception de bagages et de marchandises, il doit se trouver des balances pour peser les colis isolés. Il y en a de décimales et de centésimales, pouvant porter 100 pouds (1,639 kilogrammes) et même davantage; elles sont établies sur des fondations solides et fixes. Les bascules mobiles à marchandises ne sont admises que dans des circonstances exceptionnelles d'expédition.

Il existe pour l'installation, l'entretien et la vérification des appareils de pesage, des règles précises.

Ainsi, par exemple, sont obligatoires pour l'entretien des bascules à wagons et à marchandises et pour la surveillance des appareils de pesage les instructions suivantes :

Les bascules doivent être entretenues en bon état de propreté. Les parties en bois seront peintes à l'huile et les pièces métalliques, vernies; les couteaux, la surface des coussinets et le peson des balances centésimales doivent toujours conserver leur poli.

Les couteaux et les coussinets doivent être essuyés à sec pour empêcher la rouille, et il est défendu de les graisser parce que cela a pour résultat de les encrasser et de diminuer la sensibilité et la justesse de la bascule.

Le plateau des ponts à bascule doit être protégé contre les intempéries de l'air. Les interstices entre le plateau de la bascule et le cadre qui l'entoure doivent être soigneusement recouverts au moyen de fers plats spéciaux. Le plateau de toute balance neuve doit être métallique. Le plateau de tout pont à bascule en bois doit être abrité par une guérite; si l'établissement de celle-ci était impossible pour une raison quelconque, il faudrait remplacer le plateau en bois par un plateau métallique. Le plateau de la bascule doit présenter deux trappes pour permettre de visiter le mécanisme intérieur.

L'appareil indicateur est abrité par une guérite spéciale.

L'appareil de changement de voie aux approches des ponts à bascule à deux voies doit être entretenu en bon état de propreté et de fonctionnement.

Avant de procéder au pesage, il faut vérifier les balances.

Le pesage terminé sur des ponts à bascule à double voie, il faut ramener l'aiguillage sur la voie fixe, et isoler les couteaux quand il existe un dispositif à cet effet.

Sur les ponts à bascule à une voie, et ceux qui n'ont pas d'appareil pour isoler les couteaux, on ne peut placer les wagons qu'au moment du pesage.

Le passage des locomotives sur les ponts à bascules à une seule voie ou ceux dont il n'est pas possible d'isoler les couteaux est défendu.

Aussitôt que l'on a cessé de se servir du pont à bascule, la guérite doit être fermée à clef; elle ne peut servir à d'autres fins qu'à celle pour laquelle elle a été construite. Les clefs des bascules doivent être conservées chez le chef de gare ou un autre agent de la station.

Il est défendu de déplacer en les traînant les bascules mobiles qui ne sont pas montées sur roues.

Chaque fois que l'on déplace une bascule, il faut prendre soin de l'installer horizontalement.

Lorsque le niveau de la plate-forme d'une bascule s'élève au-dessus de celui du sol, il faut faire usage de plans inclinés spéciaux pour y rouler les marchandises. Il est défendu de jeter sur les bascules les charges à y peser et d'y abandonner n'importe quels objets quand elles sont au repos.

---

[1] L'inventeur se réserve une prime de 4 roubles par wagon, demi-wagon ou plate-forme à titre de droit de brevet.

Pendant qu'on charge la bascule et pendant qu'elle est au repos, le fléau doit être soutenu par une fourchette disposée à cet effet.

Avant de procéder au pesage, il faut vérifier la tare, c'est-à-dire établir l'équilibre de façon que les flèches indicatrices coïncident quand le poids mobile est au zéro.

La tare des bascules à bagages et à marchandises doit être vérifiée tous les jours par les agents qui en ont la charge.

> *Remarque.* — Il est défendu d'équilibrer une bascule à bagages ou à marchandises au moyen d'objets quelconques déposés sur son plateau.

La vis fixant le contrepoids au fléau doit fonctionner parfaitement. Le peson doit glisser facilement le long du fléau sans imprimer de secousses à l'appareil indicateur.

Les bascules doivent avoir du jeu. Le fléau doit osciller librement dans le plan vertical en exécutant des oscillations régulières jusqu'à son arrêt complet. La lenteur et la régularité des oscillations prouvent la sensibilité des bascules.

Les poids des balances doivent être poinçonnés comme l'exige la loi. A la moindre avarie, ils doivent être mis hors d'usage.

Les poids des balances centésimales peuvent être peints après leur poinçonnage, à condition que l'augmentation de poids qui en résulte ne soit pas supérieure à la tolérance prévue par la loi.

Les poids doivent être conservés dans un endroit clos et sec. Il est permis de les frotter avec un linge huilé, mais non de les couvrir d'une couche épaisse d'huile ou de pétrole.

Les chiffres indiquant la valeur des poids employés pour les balances centésimales doivent être en relief, placés à la partie supérieure et venus de fonte.

Les différences suivantes de poids sont tolérées pour les poids en usage :

Pour	2 pouds	(32.76 kilogrammes)	10 zolotniks	(42.66 grammes).
—	1 poud	(16.38 —)	5 —	(21.33 —).
—	20 livres	(8.19 —)	2 — 48 doli	(10.68 grammes).
—	10 —	(4.095 —)	1 — 25 —	(5.33 —).
—	5 —	(2 047 —)	60 —	(2.66 —).
—	3 —	(1.228 —)	36 —	(1.60 —).
—	2 —	(0.819 —)	24 —	(1.066 —).
—	1 —	(0.4095 —)	12 —	(0.533 —).

Les poids dont l'inexactitude dépasserait les limites ci-dessus indiquées ou ceux qui ont été cassés et sont composés de débris réunis par des anneaux ou réparés au moyen de plomb doivent être marqués au poinçon du rebut et immédiatement mis hors usage.

> *Remarque.* — Il est permis de régler les poids légers en coulant du plomb dans un trou pratiqué exprès, mais à condition qu'il soit bouché ensuite avec un bouchon en cuivre portant l'estampille du poinçon réglementaire.

Pour la vérification des poids, les chemins de fer doivent posséder des bascules faites exprès à cet effet et un jeu de poids exacts, vérifiés d'après la troisième catégorie des mesures et poids types qui comporte les écarts suivants : 24 doli (1.06 gramme), pour les poids de 2 pouds (32.76 kilogrammes), de 1 poud (16.38 kilogrammes) et de 20 livres (8.19 kilogrammes) ; pour les autres poids jusqu'à ceux de 1 livre inclusivement, 6 doli (0.26 gramme).

Pour la vérification des poids au moyen des bascules spéciales de contrôle, avant le poinçonnage, il faut tenir compte de la tolérance de poids suivante :

Pour	2 à 1 poud	(32.76 à 16.34 kilogrammes).	48 doli	(2.133 grammes).
—	20 à 10 livres	(8.19 à 4.09 —).	24 —	(1.066 —).
—	5 à 3 —	(2.04 à 1.27 —).	12 —	(0.533 —).
—	2 à 1 —	(0.819 à 4.09 —).	6 —	(0.266 —).

Lors de la vérification, on ne peut admettre des écarts que dans le sens de l'augmentation de poids.

La bascule de contrôle, servant à la vérification des bascules à wagons, doit être vérifiée avec soin chaque année par le chemin à qui elle appartient et, indépendamment de cela, par l'ingénieur-contrôleur de la Conférence générale des représentants des chemins de fer russes, lors de sa vérification périodique de tous les appareils du chemin.

Tous les appareils de pesage doivent être vérifiés aussi souvent que possible par les contremaîtres de sections, qui ont l'obligation de veiller constamment au bon état d'entretien des bascules et à ce que les peseurs, les facteurs et autres agents qui ont des pesages à faire s'en servent avec soin.

Le contremaître des bascules doit avoir à sa disposition, outre les instruments indispensables aux réparations, des poids spéciaux en quantité suffisante, ainsi qu'un jeu de poids d'appoint vérifiés et poinçonnés.

> *Remarque I.* — Pour vérifier le rapport des bras de levier des bascules à wagons, il est indispensable d'avoir des poids spéciaux de forme cubique (de deux pouds), qui conviennent le mieux au but auquel ils doivent servir. Il ne doit pas y en avoir moins de 40 pièces.
>
> *Remarque II.* — Pour faciliter la vérification des bascules à bagages et à marchandises, il doit y avoir à chaque station des charges dont le poids a été vérifié, pesant au moins 20 pouds (32.76 kilogrammes).

Toutes les bascules de chaque ligne doivent porter un numérotage courant. Le numéro d'ordre doit être clairement indiqué en chiffres métalliques ou peints à l'huile. Outre son numéro d'ordre, chaque bascule doit porter l'indication de sa charge limite.

On doit tenir pour chaque bascule un registre dans lequel on consigne son numéro d'ordre, sa puissance, son système et le nom du fabricant, ainsi que les observations des chefs de stations, des contremaîtres des bascules et des agents qui s'occupent de les contrôler, concernant leurs vérifications, leurs avaries et leurs réparations.

Les époques de la vérification périodique par les contremaîtres de toutes les bascules de leurs sections respectives sont fixées par la direction du chemin de fer d'après l'importance des marchandises expédiées. Toutefois, toutes les bascules, y compris celles pour wagons, doivent être vérifiées au moins quatre fois par an. Sur les lignes qui transportent de la houille, des minerais, du sel, des scories et d'autres produits chargés à la pelle, les bascules doivent être contrôlées tous les mois.

Tous les deux ans, toutes les bascules d'une ligne sont vérifiées par des ingénieurs-contrôleurs attachés à la Conférence générale des représentants des chemins de fer russes, de la manière indiquée par le règlement annexé à la *Convention générale* concernant l'emploi commun des wagons de marchandises.

Les vérifications périodiques des appareils de pesage se font par les ingénieurs-contrôleurs en présence d'agents locaux, détachés par les directeurs des chemins de fer de l'État ou privés.

INSTALLATIONS MÉCANIQUES POUR LE CHARGEMENT, LE DÉCHARGEMENT ET LE TRANSBORDEMENT. — Il y a relativement très peu de temps qu'on a commencé à employer sur les chemins de fer russes des moyens mécaniques pour le chargement, le déchargement et le transbordement des marchandises. Malgré l'importance relative des expéditions de marchandises, le bon marché de la main-d'œuvre a permis de se passer jusque dans ces derniers temps, même dans les grandes gares de marchandises, de tout autre appareil mécanique que des grues servant au chargement et au déchargement des objets très

lourds et des gabarits destinés à vérifier la disposition des charges de bois, de coton, etc., sur les wagons découverts. L'affluence continuelle des marchandises sur les quais des rivières et des ports de mer fermés à la navigation pendant l'hiver, a exigé avant tout la construction d'abris, de magasins et de halles pour la conservation temporaire des marchandises. Puis, la quantité toujours plus grande des marchandises et l'encombrement qui en résultait et qui avait surtout une influence très pernicieuse sur les expéditions des blés, ont conduit à renforcer aussi les moyens de chargement des principales stations par l'installation d'élévateurs, d'estacades en charpente et en maçonnerie [1], de débarcadères, etc.

Ce sont surtout les avances d'argent faites sur les céréales entreposées dans les stations qui ont activé les transports de blé et ont forcé les chemins à hâter la construction d'élévateurs. Actuellement, il y a des élévateurs construits ou en construction dans beaucoup de stations, indépendamment de ceux énumérés dans la IIIe partie de cet *Aperçu*, comme par exemple à : Novorossiisk, pour 48,339 tonnes ; à Odessa, pour 24,169 tonnes ; à Saint-Pétersbourg, pour 13,000 tonnes ; à Nicolaïev, pour 2,785 tonnes ; à Réval, pour 1,638 tonnes ; à Lebédiane, pour 3,276 tonnes ; à Dankovo, pour 3,276 tonnes ; à Kozlov, pour 4,914 tonnes ; à Riajsk, pour 49,140 tonnes ; à Iélets, pour 6,552 tonnes ; à Vinnitsa, pour 164 tonnes et à Skinotsy, pour 491 tonnes. La plupart de ces élévateurs sont en bois ; à Novorossiisk et à Réval, on en construit en pierre.

Les détails de construction de toutes ces installations ne peuvent être décrits dans le présent *Aperçu*. Quant aux grues et aux gabarits, leur disposition ne présente rien de particulier ; il y a des grues à vapeur, mais celles des gares ordinaires sont des appareils à bras. Autrefois, on les faisait venir de l'étranger ; maintenant, on les fabrique aussi dans les usines russes.

La surveillance des grues est confiée, sur la plupart des lignes, au service de la traction et du matériel roulant.

Les installations dont nous venons de parler ont pour but de réduire le temps employé au chargement et au déchargement des marchandises, ainsi que le prix de revient de ces opérations, au profit des chemins de fer eux-mêmes d'abord, et, par suite, des expéditeurs. C'est dans un même but d'économie de temps et d'argent, mais spécialement dans l'intérêt des expéditeurs, qu'on a établi à Rybinsk, au débarcadère de Kopaiéff du chemin de fer de Rybinsk-Bologoë, une voie aérienne sur câble en fil de fer du système de Bleichert, pour le transport des sacs de blé des bateaux dans les halles couvertes ou directement dans les wagons. L'accumulation sur les quais de Rybinsk des chargements de blé remontant le Volga, fait ordinairement monter les salaires des ouvriers transbordeurs. Le débarcadère de Kopaiéff est situé de telle sorte que, quand les eaux du Volga sont basses, la distance qui sépare les bateaux des halles couvertes atteint jusque 85 mètres et la hauteur à laquelle il faut élever les sacs 17 mètres. Les expéditeurs payent d'habitude le travail de transbordement à raison de 5 à 7 copecks par tchétvert (2.10 hectolitres) ; mais, à mesure que la main-d'œuvre devenait plus rare, ce prix s'élevait à 12 et même à 15 copecks par tchétvert. La Compagnie du chemin de fer de Rybinsk prélève en moyenne 4 copecks par tchétvert pour le droit de se servir de sa voie

[1] A Novorossiisk.

aérienne, et empêche de cette manière les prétentions excessives des coltineurs, tout en réduisant les faux frais des expéditeurs avant la livraison du blé au chemin de fer. En réalité, ce chemin de fer aérien n'a eu l'occasion de fonctionner qu'un petit nombre de fois, bien qu'il existe depuis quatorze ans. Maintenant que les expéditions de blé ont diminué à Rybinsk, il est peut-être destiné à être complètement supprimé. Il a coûté à la Compagnie 33,000 roubles.

5. — Signaux fixes.

Par M. S. KAREÏSCHA

INGÉNIEUR

Signaux d'arrêt et d'avertissement. — Conformément aux règles approuvées par le ministère des voies de communication, chaque gare est protégée par des signaux d'arrêt dont les distances aux aiguilles d'entrée dépendent du système suivi par les manœuvres et du profil des lignes qui y aboutissent. Quand, pour exécuter les manœuvres, on emprunte la voie principale au delà de l'aiguille d'entrée, la distance entre celle-ci et le signal d'arrêt doit dépasser de 20 sagènes (42.6 mètres) la longueur des plus longs trains et elle varie en pratique de 100 sagènes (213 mètres) à 385 sagènes (820 mètres). S'il existe dans les stations des voies spéciales de tiroir, ou si l'on ne fait jamais manœuvrer les trains sur la voie principale au delà de l'aiguille d'entrée, la distance entre celle-ci et le signal d'arrêt, sur les lignes à voie unique, doit être de :

a) 10 sagènes (21.3 mètres) au minimum, quand l'accès de la station est formé de rampes alternées de paliers;

b) 75 sagènes (160 mètres) au minimum, si l'accès de la station est en palier ou se compose de paliers alternant avec de courtes pentes dont l'inclinaison ne dépasse pas 5 millimètres par mètre;

c) 150 sagènes (320 mètres) au minimum, lorsque l'accès consiste en une série de pentes continues de 5 millimètres par mètre et davantage, dont la somme des hauteurs atteint ou dépasse 5 sagènes (10.65 mètres).

Sur les lignes à double voie, les signaux d'arrêt se disposent à la même distance des aiguilles d'entrée que sur les lignes à voie unique; mais lorsqu'il n'y a pas d'aiguille d'entrée prise en pointe entre les signaux d'arrêt et le bâtiment des voyageurs, les distances indiquées sous les littéras *a*, *b* et *c* ci-dessus sont comptées à partir du point extrême qu'atteignent, en s'arrêtant devant le quai des voyageurs, les trains les plus longs qui circulent sur la ligne.

Ces signaux d'arrêt sont généralement les seuls qui couvrent l'entrée de la station.

Mais, dans certains cas, outre les signaux d'arrêt, on dispose encore à 300 sagènes (639 mètres) en avant d'eux des signaux d'avertissement. L'installation de pareils signaux est obligatoire dans les cas suivants :

1° Lorsque le mécanicien du train qui s'approche du signal d'arrêt ne peut l'apercevoir constamment à partir d'une distance de 300 sagènes (639 mètres);

2° Lorsque l'accès du signal d'arrêt couvrant la station se compose de pentes conti-

nues de 5 millimètres par mètre ou plus raides, dont la somme des hauteurs atteint ou dépasse 5 sagènes (10.65 mètres).

Les signaux d'avertissement se composent d'un mât en bois ou d'un rail, auquel est fixé à demeure un voyant rond peint en vert. Dans ce voyant est pratiquée une ouverture circulaire en regard de laquelle est placée une lanterne à verres colorés, projetant pendant la nuit un faisceau de rayons verts dans la direction des trains entrant dans la gare. Ces signaux, appelés disques verts, avertissent le mécanicien qu'il approche d'une station ou d'un garage et qu'il doit, par conséquent, se préparer à s'arrêter devant le signal d'arrêt, dans le cas où ce dernier serait fermé.

Quant aux signaux d'arrêt, ils doivent, conformément aux règles approuvées par le ministre des voies de communication et obligatoires pour tous les chemins de fer russes, être normalement fermés et ne s'ouvrir que pour laisser entrer un train dans la gare.

Ainsi, on pratique en Russie ce qu'on appelle « le système de la voie fermée », dans lequel il est absolument défendu aux mécaniciens de dépasser des signaux d'arrêt. On ne fait exception que pour les signaux établis auprès des aiguilles livrant accès à des voies de ballastage ou de carrières, et pour les signaux établis aux haltes intermédiaires dépourvues de voies de garage. Dans ce cas, les signaux sont toujours ouverts quand l'aiguille est régulièrement faite pour la voie principale ou quand le train ne doit pas s'arrêter à la halte. Comme signaux d'arrêt, on emploie deux espèces d'appareils, les disques rouges et les sémaphores.

Disques rouges. — Les disques rouges se composent essentiellement d'un voyant peint d'un côté en rouge et de l'autre en blanc. Si le voyant est disposé perpendiculairement à l'axe de la voie, c'est-à-dire s'il présente sa face rouge vers le train qui s'approche de la station, et sa face blanche vers cette dernière, il commande « *l'arrêt* »; lorsque le disque est tourné parallèlement à l'axe de la voie de façon à se présenter de champ au train, il indique au convoi que « *la voie est libre* ». Pendant la nuit, quand le disque est fermé (c'est-à-dire lorsque le train doit s'arrêter), la lanterne projette du côté du train survenant un faisceau de rayons rouges et, du côté de la gare, une lumière blanche; lorsque le disque est effacé, on aperçoit du train qui approche de la station un feu blanc, et de la station un feu vert ou rouge. Sur presque tous les chemins de fer russes, les voyants des signaux d'arrêt sont de forme circulaire; sur le chemin de fer Transcaucase seul, il y a des disques à voyants triangulaires.

Les disques rouges de différents systèmes se distinguent peu les uns des autres par leur construction et peuvent être divisés en deux catégories principales : ceux dont les lanternes tournent avec le voyant, et ceux dont les lanternes sont fixes et dont les voyants seuls sont mobiles. Les disques de la première catégorie présentent l'inconvénient que, lorsqu'on fait tourner l'écran trop vite, il arrive que la lampe vienne à s'éteindre. Pour manœuvrer les disques, on emploie presque exclusivement des transmissions à fil unique. Les appareils sont disposés de façon à se fermer automatiquement en cas de rupture du fil. Le disque s'ouvre par suite d'une traction exercée sur un levier de manœuvre qui tend le fil de fer; il se referme par l'effet d'un contrepoids de rappel aussitôt qu'on l'abandonne à lui-même.

Le prix des disques rouges et de leurs accessoires varie entre les limites suivantes :

a) Prix du disque proprement dit	75 à 250	roubles.
b) Prix du levier de manœuvre	25 à 45	—
c) Prix de la transmission (poulies et poteaux compris) par sagène (2.13 mètres) courante	0.30 à 0.75	—

La transmission des disques rouges consiste en un fil de fer ou d'acier de 4 à 6 millimètres de diamètre, galvanisé ou cuit dans l'huile de lin. Quelquefois, on emploie un câble formé ordinairement de six fils galvanisés de 2 millimètres.

Sémaphores. — Les signaux des sémaphores sont produits par des palettes dont les positions variées répondent aux différentes indications à transmettre. La position horizontale signifie « Voie fermée » et commande l'arrêt absolu. Le signal de la voie libre se transmet de deux manières : soit en inclinant le bras à 45° sous l'horizon, soit en le rabattant verticalement. Si l'on veut, au moyen d'une seule palette, faire trois signaux différents, *arrêt*, *ralentissement* et *voie libre*, on emploie respectivement la position horizontale, la position inclinée à 45° sous l'horizon et la position verticale, la palette étant rabattue le long du mât. Mais ce cas est fort rare. A la position horizontale de la palette correspond de nuit un feu rouge, à la position inclinée ou verticale répond un feu vert et beaucoup plus rarement une lumière blanche. Quant à la couleur du feu dirigé par la lanterne du sémaphore du côté du poste de manœuvre, elle varie beaucoup sur les différentes lignes; elle est à volonté blanche, rouge, verte ou bleue, que la palette soit levée ou abaissée.

Les différents systèmes de sémaphores se distinguent entre eux non seulement par la manière de transmettre le signal de la voie libre, mais encore par la position de l'axe de rotation de la palette. Cet axe peut être placé soit à l'une des extrémités, soit au centre de gravité, et, dans ce dernier cas, il est maintenu par une console de forme spéciale. Cette dernière disposition présente l'avantage qu'elle permet d'apercevoir nettement la palette du sémaphore dans toutes ses positions, même quand elle est rabattue dans la verticale, parce qu'elle est alors à une certaine distance du mât. Les bras des sémaphores sont pleins ou treillissés; ce dernier mode de construction présente l'inconvénient de diminuer leur visibilité par les journées de grand soleil.

Les palettes sémaphoriques sont mises en mouvement au moyen de transmissions à un ou à deux fils. La manœuvre à deux fils a cet avantage sur celle à fil unique, que la palette, qu'elle s'élève ou s'abaisse, manœuvre toujours au moyen d'un effort qui est exercé directement sur le levier de manœuvre et que l'on peut, par conséquent, toujours régler à volonté. Au contraire, lorsque la palette est actionnée par un fil unique, elle se met à l'arrêt sous l'action d'un contrepoids de rappel. Or, si pour une raison quelconque le fil éprouve une résistance supérieure, il peut arriver que la palette, par suite de l'insuffisance de la force constante de rappel, s'arrête dans une position intermédiaire, ou bien même soit immobilisée.

Lorsque la longueur du fil unique est considérable, on place sur son trajet des compensateurs; les chemins russes n'emploient que deux types d'appareils semblables,

celui de Stevens et celui de Robert. Ces appareils sont combinés de façon que la palette du sémaphore se mette à l'arrêt, à quelque endroit que le fil de transmission vienne à se rompre. Certaines lignes ont aussi adopté des compensateurs qui font partie intégrante de l'appareil de manœuvre.

Le prix des sémaphores et de leurs accessoires varie, selon le système des signaux, entre les limites suivantes :

a) Prix du sémaphore proprement dit.	85 à 285	roubles.
b) Prix du levier de manœuvre.	30 à 123	—
c) Prix de la transmission (poulies et poteaux compris) par sagène (2.13 mètres) courante	0.32 à 0.73	—
d) Prix d'un compensateur isolé	40 à 57	—

Les fils uniques de transmission des sémaphores sont des fils peints ou galvanisés de 4.7 à 6 millimètres de diamètre, ou des câbles métalliques composés de 6 ou 7 fils galvanisés de 2 millimètres d'épaisseur. Dans le cas de deux fils de transmission, on se sert de fils de fer de 4 à 6.5 millimètres.

A l'origine, les disques rouges étaient employés sur presque tous les chemins de fer russes, mais actuellement les sémaphores dominent; on en établit sur presque toutes les nouvelles lignes que l'on construit et on les substitue peu à peu aux disques sur les chemins en exploitation. On donne la préférence aux sémaphores sur les disques rouges pour les raisons suivantes :

1° A surfaces égales, les signaux à palettes sont plus visibles que ceux à voyants, parce que les corps allongés sont toujours plus apparents que les corps ronds ou carrés;

2° Les signaux sémaphoriques étant placés à une bien plus grande hauteur que les voyants, se découpent toujours sur le ciel au lieu de se projeter sur des objets quelconques disposés derrière eux, et, par conséquent, se distinguent mieux;

3° Dans le disque rouge, le voyant offre une bien plus grande surface à l'action du vent que le bras sémaphorique et sa manœuvre exige un plus grand effort que celle du sémaphore. On peut, par conséquent, établir ce dernier à une plus grande distance du levier de manœuvre;

4° Quand un signal ordinaire est ouvert, son voyant se présentant de champ au train qui en approche est très difficile à discerner. On peut donc très bien ne pas l'apercevoir du tout en arrivant à la station quand il fait mauvais temps; de plus, si, par accident, le voyant venait à se détacher complètement du signal, son absence serait difficile à remarquer du train en marche, et alors l'accès de la station serait complètement libre. Le grand inconvénient des disques rouges consiste donc en ce que l'organe qui transmet réellement les signaux ne peut être aperçu du train que lorsqu'il commande l'*arrêt* et qu'il est *effacé* pour indiquer le second signal de *voie libre;* à ce moment, c'est donc pour ainsi dire comme si le signal n'existait pas. Les sémaphores dans lesquels le signal de la voie libre se fait en rabattant le bras dans la verticale contre le mât présentent, d'ailleurs, le même inconvénient.

Levier de manœuvre. — Les leviers de manœuvre des signaux d'arrêt s'installent soit auprès des aiguilles d'entrée des gares, soit sur les quais de voyageurs sous le contrôle du chef de gare. Les appareils de signaux sont dits, dans le premier cas, « à manœuvre locale », et dans le second, « à manœuvre centrale ».

D'après les règles approuvées par le ministre des voies de communication, tous les signaux d'arrêt placés sur les voies principales doivent être manœuvrés par des leviers groupés dans le bureau du chef de gare ou à proximité sur le quai des voyageurs, toutes les fois que l'importance du mouvement dépasse 24 trains par jour.

Il est permis de s'écarter de cette règle :

a) Pour les stations où fonctionnent des appareils enclenchant les signaux et les aiguilles d'entrée;

b) Dans le cas où, par suite de la distance considérable du signal d'arrêt au bâtiment des voyageurs, l'installation de fils de transmission présente des difficultés exceptionnelles.

Dans ce dernier cas, le levier de manœuvre est installé tout près des aiguilles d'entrée de la gare et l'on établit une communication par signaux entre le chef de gare et l'aiguilleur.

Dans les gares des chemins de fer russes où la manœuvre des signaux et des aiguilles est centralisée en un certain nombre de postes, elle s'effectue au moyen d'appareils d'enclenchement disposés dans des cabines.

Si le signal d'arrêt n'est pas visible du quai des voyageurs, on dispose des répétiteurs spéciaux qui indiquent sa position à l'agent de service de la station. Sur les chemins de fer russes, on emploie deux systèmes de répétiteurs, l'un mécanique et l'autre électrique.

Les répétiteurs mécaniques consistent en disques rouges ou sémaphores intercalés dans la transmission entre le levier de manœuvre et soit le signal d'arrêt, soit le bâtiment des voyageurs. Ces répétiteurs sont manœuvrés par une transmission à un ou deux fils, suivant le système adopté pour le signal d'arrêt. On installe les répétiteurs électriques dans le bureau du chef de gare. Ils sont formés d'un sémaphore en miniature dont la position des palettes correspond toujours à celle des bras du sémaphore d'arrêt. Sur certains chemins de fer, il y a en outre des sonneries électriques, qui tintent tant que le signal d'arrêt reste ouvert. Sur la ligne de Rybinsk-Bologoë, les leviers de manœuvre des sémaphores d'arrêt placés près des aiguilles d'entrée de la gare sont enclenchés électriquement dans le bureau même du chef de gare, à l'aide de l'appareil de bloc, système Siemens. Pour permettre au chef de gare de communiquer avec les aiguilleurs, on établit auprès des aiguilles d'entrée des sonneries électriques système Sykes ou des avertisseurs système Jousselin.

En ce qui concerne les sémaphores à plusieurs bras, employés dans les stations où l'on a adopté la concentration de la manœuvre des aiguilles et des signaux, il en sera question plus loin, à propos des installations centrales usitées sur les chemins de fer russes.

Sur le chemin de fer de Moscou-Kazane, on a fait des essais pour la manœuvre des signaux par l'électricité. Dans le système présenté, les palettes des sémaphores sont actionnées par un mouvement d'horlogerie mû par des poids et l'électricité ne sert

qu'à l'enclenchement et au déclenchement du mécanisme. Les essais ont été si satisfaisants, qu'il est question d'établir de pareils signaux d'arrêt dans toutes les stations de cette ligne. On fait des essais en ce moment avec des signaux semblables sur les chemins de Moscou-Iaroslav et Fastov.

Appareil d'enclenchement de M. l'ingénieur Beer. — Au chemin de fer de Riga-Toukoum, les stations sont couvertes par des disques rouges, dans la transmission desquels est intercalé le levier de manœuvre de l'aiguille d'entrée. Ce résultat a été atteint au moyen d'un appareil simple et ingénieux inventé par M. l'ingénieur Beer, ex-chef de la traction du chemin de fer de Riga-Toukoum.

L'arrivée des trains a lieu du côté droit, c'est-à-dire qu'on les fait passer sur la voie de droite; grâce à cet appareil, pour admettre un train dans la gare, on ne peut ouvrir le disque rouge que si l'aiguille est faite convenablement dans le sens de la voie désignée.

Mais, si le disque rouge était effacé, on ne pourrait pas changer l'aiguille, c'est-à-dire qu'il serait impossible de l'amener à prendre une autre position que celle qu'elle doit avoir dans l'expectative de l'arrivée du train à la station. Si, au contraire, le disque est fermé, on peut amener l'aiguille contre la voie dont on a besoin.

Vu la grande intensité du mouvement qui règne sur le chemin de fer de Riga-Toukoum en été par suite de la mise en marche des trains de banlieue, d'établissements thermaux, etc., l'appareil de M. l'ingénieur Beer rend de grands services. Tout en coûtant très bon marché, soit 25 roubles environ par station (un seul appareil coûte 12.50 roubles), il garantit la sécurité du mouvement des trains au moment de leur entrée en gare et permet de ne pas entretenir plus d'agents qu'il ne faut pour veiller à la circulation des trains. Il a déjà attiré si vivement l'attention, que l'administration des chemins de fer de l'État l'a recommandé par une circulaire à tous les directeurs de ses lignes et en prévoit l'emploi depuis 1891 dans tous les projets de gares à construire par l'État.

Block-system. — La couverture des stations et des haltes au moyen de signaux normalement fermés constitue en somme un *blockage* de ces stations et de ces haltes par rapport à chaque train qui s'en approche. Cependant, conformément aux *règles du mouvement*, et pour augmenter la capacité de trafic des lignes, on peut quelquefois laisser pénétrer plus d'un train à la fois sur la section située entre deux gares voisines, pourvu que l'on observe l'intervalle de temps fixé entre les trains. Mais, lorsque les trains peuvent se suivre de trop près, il y a nécessité, en vue de la sécurité du mouvement, de régler leur circulation en subdivisant les parties de la ligne située entre les stations, en sections également fermées au moyen de signaux d'arrêt qui sont toujours des sémaphores.

Le block-system, qui permet d'augmenter l'intensité du mouvement des lignes de chemins de fer, n'a encore été introduit en Russie que sur un petit nombre de lignes. Tous les systèmes employés peuvent être rangés dans deux catégories suivant qu'ils fonctionnent par courant continu ou par courant d'induction. A la première appar-

tiennent les systèmes de Hodgson (de la maison Saxby et Farmer), Sykes, Tyer, Lartigue-Tesse-Prudhomme et Rodary; dans la seconde se trouve le système Siemens.

Ces divers systèmes se distinguent encore les uns des autres suivant qu'on emploie pour les faire fonctionner un fil télégraphique double ou simple. Les blocs Sykes et Lartigue-Tesse-Prudhomme fonctionnent à l'aide d'un double fil, et les systèmes Hodgson, Tyer, Rodary et Siemens, au moyen d'un seul fil.

Tous les appareils de block-system des chemins de fer russes sont installés sur les voies principales des lignes à double voie, ainsi que sur deux petits embranchements à voie unique (près d'Odessa) des chemins de fer du Sud-Ouest.

Les lignes suivantes emploient des appareils de block-system : Baltique, sur une longueur de 39.5 kilomètres; Nicolas, sur une longueur de 318 kilomètres; Moscou-Brest, sur une longueur de 1,082 kilomètres; Saint-Pétersbourg-Varsovie, sur une longueur de 964 kilomètres; Sud-Ouest, sur une longueur de 94 kilomètres.

Le tableau suivant donne quelques renseignements détaillés à ce sujet. Les appareils Tyer du chemin de fer de la Baltique appartiennent au type le plus simple, dans lequel les appareils télégraphiques du bloc et les leviers des signaux ne sont pas mécaniquement reliés entre eux.

Pour bloquer temporairement les différentes sections de la voie, on emploie les signaux à main ordinaires à défaut d'un block-system permanent. C'est à un pareil block-system qu'on a, par exemple, eu recours pendant les transports renforcés de blé du Caucase septentrional vers les provinces de l'est pendant l'hiver de 1892.

On peut aussi faire usage à cet effet de disques rouges provisoires.

Un ordre du jour spécial annonce l'ouverture, entre les stations, de postes provisoires de bloc portant chacun un numéro distinct.

On installe, dans la guérite de chacunde ces postes, des téléphones mis en communication par des fils électriques avec les stations ou les postes voisins; en face de chaque poste, on établit un disque rouge. Ces disques ont la même signification que ceux des stations et envoient pendant la nuit : à l'arrêt, un feu rouge, et dans la position de la voie libre, un feu blanc. A l'aide de ces disques, la voie principale peut et, en cas de besoin, doit être fermée pour tout train qui suit un autre. Il n'y a ni voies de garage, ni voies de réserve et, partant, aucune aiguille à ces postes. Le service y est fait par un chef de poste et deux gardiens, conformément à un règlement dont voici à peu près le modèle :

1° Dans leur position normale, les disques des postes doivent toujours être ouverts, contrairement à ce qui a lieu pour les signaux d'entrée des gares, dont la position normale doit toujours indiquer l'arrêt, afin de les couvrir d'une manière permanente;

2° Immédiatement après le passage d'un train quelconque ou d'une locomotive isolée devant un poste de bloc, la section sur laquelle ce train ou cette locomotive vient de s'engager doit être fermée et elle ne peut être rouverte avant leur arrivée au poste suivant ou à la station;

3° Aussitôt après la fermeture du disque, les gardiens du poste doivent poser, à une distance de 100 sagènes (213 mètres) de part et d'autre, des pétards et des drapeaux rouges déployés. Ces signaux ne peuvent être enlevés qu'après l'effacement du disque. La nuit, les drapeaux sont remplacés par des lanternes rouges;

4° Immédiatement après le passage d'un train ou d'une locomotive en face d'un poste, celui-ci

BLOCK-SYSTEM.	CHEMINS DE FER.	SECTIONS MUNIES DES APPAREILS.	Nombre des voies.	Longueur en verstes.	Nombre des sections de bloc.	LONGUEUR DES SECTIONS DE BLOC. Maximum.	Minimum.	Moyenne.	Nombre de fils.	Genre de courant.	DÉPENSE MOYENNE EN ROUBLES. Par verste.	Par poste.
Hodgson (Saxby et Farmer)	Saint-Pétersbourg-Varsovie.	Saint-Pétersbourg-Gatchina.	Deux.	41.75	8	6.00	3.72	5.22	Deux.	Continu.	883.56	4,123.29
Sykes	Sud-Ouest	Ligne principale Odessa, ligne principale Razdélnaia (1)	—	67.52	12	6.77	1.00	4.82	—	—	348.83	1,560.72
		Embranchement de Odessa Tovarnaia-Odessa (Port)	—	9.38	5	4.25	0.49	1.79	—	—	731.34	980.26
		Embranchements d'Androsovski-Mole-Koulalnik et Zastava I-Zastava III	Une.	11.16	3	5.06	2.69	2.70	—	—	338.24	754.95
Tyer	Baltique	Saint-Pétersbourg-Oranienbaum	Deux.	37.00	9	7.00	3.00	4.11	Un.	—	334.21	1,214.37
Lartigue-Tesse-Prudhomme.	Nicolas	Saint-Pétersbourg-Bologoé	—	294.00	80	5.00	2.25	3.72	Deux.	—	483.82	1,778.05
Rotary	Moscou-Brest	Minsk-Brest	—	321.00	41	11.75	4.50	8.05	Un.	—	152.92	1,100.22
Siemens	Moscou-Brest.	Moscou-Minsk	—	703.00	90	11.50	2.50	7.40	—	d'induction.	175.42	1,284.00
	Saint-Pétersbourg-Varsovie.	Gatchino-Lapy (2)	—	862.50	99	13.75	4.00	8.03	—	—	114.15	934.58

(1) Le prix élevé de la section Odessa-Razdélnaia, comparé à celui des sections Odessa-Tovarnaia et Port, s'explique parce que, sur les deux dernières sections, l'installation du block-system a eu lieu en même temps que celle de la concentration de la manœuvre des aiguilles et des signaux et qu'on n'a compté à charge du block-system que les dépenses rélatives au placement et à l'acquisition des appareils.

(2) Actuellement en voie d'installation.

en avertit par téléphone le poste ou la station suivante, à peu près comme suit : « Poste n° 2, ou telle station, chef de poste ou de station, train n° 3 passé. Nom de famille du chef de poste »;

5° La station ou le poste ainsi interpellé avertit à son tour par téléphone le chef du poste précédent de l'arrivée aussi bien que du départ du train annoncé, à peu près en ces termes : « Poste n° 2, chef de poste, train n° 3 arrivé. Nom de famille du chef de poste de service »;

6° Aucune station ne peut lancer un nouveau train ou une locomotive isolée vers un poste avant d'en avoir reçu avis du passage du train précédent qu'elle a expédié;

7° De même aucun train ni locomotive isolée ne peut être lancé par un poste avant d'avoir reçu l'avis du poste ou de la station venant immédiatement après dans le sens du mouvement, que le train ou la locomotive précédente est passé devant ce poste ou est arrivé à cette station;

8° Si un train quelconque arrive à un poste avant l'arrivée à la station voisine d'un train ou d'une locomotive expédiée avant lui dans la même direction, il doit être arrêté devant le disque de ce poste qui, conformément au 2° des présentes règles, doit absolument être fermé. Le train arrêté ne peut se remettre en marche qu'après réception de l'avis de l'arrivée du train précédent. L'effacement du disque doit être considéré dans ce cas comme la permission donnée au train de poursuivre sa route, et le chef du train doit donner le signal du départ comme d'habitude;

9° Dans le cas où la communication téléphonique viendrait à être interrompue, les chefs de poste sont tenus de veiller strictement à ce que l'intervalle de temps entre deux trains qui se suivent ne soit pas inférieur à 15 minutes;

10° Toutes les règles précédentes, ainsi que toutes les obligations qui en découlent pour les chefs de poste, ne se rapportent qu'à la période et aux trains qui seront indiqués dans un ordre spécial du chef du service de l'exploitation, toutes les fois que le mouvement sera renforcé.

6. — Concentration de la manœuvre des aiguilles et des signaux.

Par M. l'ingénieur KAREÏSCHA

Considérations générales. — Sur les chemins de fer russes, on a recours, pour la manœuvre des aiguilles et des signaux, à des installations centrales de systèmes différents. Toutes ces installations peuvent d'ailleurs être ramenées à deux types qu'on pourrait appeler, l'un, le type anglais, et l'autre, le type allemand.

Dans les différents systèmes anglais, les leviers des aiguilles, des verrous et des signaux de l'appareil d'enclenchement ont tous la même disposition et décrivent en se renversant des angles relativement petits de 28 à 37°. Les signaux sont commandés par des transmissions à fil unique et les aiguilles par des tiges rigides formées de tringles creuses en fer de 32 millimètres de diamètre extérieur. On installe près des aiguilles, pour les enclencher et pour les déplacer, des appareils séparés, qui sont actionnés par des tringles rigides et des leviers distincts. De la sorte, l'appareil central comprend trois espèces de leviers, ceux des aiguilles, ceux des verrous et ceux des signaux. Les appareils des aiguilles appartiennent au type des appareils appelés non talonnables, c'est-à-dire que si une aiguille placée dans une position anormale est prise en pointe, il doit se produire une rupture ou une avarie dans l'aiguille même ou sa transmission. Les aiguilles comprises dans la concentration ne sont pas toutes pourvues de verrous, mais seulement celles qui sont prises en pointe par les trains de voyageurs. Conformément aux conclusions adoptées par le Congrès international des chemins de fer à Paris, en 1889, le calage des lames d'aiguilles dans leurs positions extrêmes est obtenu au

moyen d'un verrouillage, c'est-à-dire en introduisant un verrou entre deux mâchoires fixes.

Les installations centrales du type anglais, adoptées par les chemins de fer russes, sont de l'un des systèmes : Crossley (usine Wiekers), Saxby et Farmer, Sykes et Stevens.

Dans le système allemand, les leviers des aiguilles sont autrement faits que ceux des signaux, mais les uns et les autres décrivent, en se renversant, un angle assez grand, de 150 à 180°. Les signaux sont manœuvrés par des transmissions à deux fils et les aiguilles par des tringles rigides ayant 42 millimètres de diamètre extérieur. Les récepteurs établis auprès des aiguilles servent en même temps à leur déplacement et à leur enclenchement, de façon que le déplacement des lames des aiguilles et leur calage s'opèrent au moyen d'un levier et d'une transmission uniques. Par suite, les appareils centraux ne comportent que deux espèces de leviers, ceux des aiguilles et des signaux. Toutes les aiguilles sont pourvues de verrous ; le verrouillage se fait à l'aide de ce qu'on appelle un calage, c'est-à-dire en exerçant un effort sur l'axe ou la poulie. Les récepteurs, servant en même temps au déplacement et au calage des aiguilles, portent le nom de *cale-aiguilles*.

Aux systèmes allemands d'installations centrales se rattachent les appareils de Bussing (de la maison Max Iudel et C[ie], de Brunswick), de même que ceux de deux inventeurs russes, le professeur Gordéenko et l'ingénieur Wurtzel.

Les cale-aiguilles système Wurtzel appartiennent aux récepteurs non talonnables ; ceux des systèmes Bussing et Gordéenko sont des récepteurs talonnables, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas endommagés quand l'aiguille mal faite est prise en pointe par un train.

Les manipulateurs du système de M. le professeur Gordéenko sont différemment disposés, suivant qu'ils doivent être établis dans les cabines au ras du sol ou au premier étage ; dans le premier cas, on les appelle appareils du type guérite ; dans le second, appareils du type tour. Les appareils du type tour sont de deux sortes, les anciens et les nouveaux.

Principaux éléments des systèmes de concentration. — A. *Appareils d'enclenchement.* — On exige en ce moment de ces appareils que l'enclenchement entre les différents leviers ait lieu avant que le levier manœuvré bouge, — condition que réalisent complètement les appareils de Saxby et Farmer, Bussing, Wurtzel et du type tour Gordéenko, mais à laquelle ne satisfont pas entièrement les appareils de Stevens, Sykes et du type guérite Gordéenko. Dans ces derniers, l'enclenchement entre les leviers ne s'effectue, en effet, qu'au moment où le levier a déjà commencé à se mouvoir, mais il a lieu au commencement de sa course, c'est-à-dire pendant le mouvement dont l'effet est absorbé par le jeu des différentes parties de la transmission et qui sert de plus à produire une certaine tension dans la transmission avant le changement de position de l'aiguille ou du signal. Quant aux appareils de Crossley, l'enclenchement entre les différents leviers ne s'y effectue que lorsque le levier manœuvré est arrivé au bout de sa course.

Les appareils d'enclenchement systèmes Bussing et Gordéenko, nouveau type, se distinguent par cette particularité que l'enclenchement entre les différents leviers s'opère non pas en serrant une manette contre le levier de manœuvre au moment de saisir

celui-ci, mais au moyen d'un petit levier spécial qui maintient le levier de manœuvre immobile dans ses positions extrêmes. Par suite de cette disposition, il ne suffit pas de ramener le levier de manœuvre renversé dans sa position normale pour que les leviers enclenchés avec lui se déclenchent comme cela a lieu dans les appareils Saxby, Stevens, Crossley, Wurtzel. L'enclenchement subsiste jusqu'au moment où le levier d'enclenchement reprend, lui aussi, sa position normale. L'avantage de cette disposition, c'est que, si le levier de manœuvre est, par exemple, disposé de façon à faire prendre au train une certaine direction, le levier d'enclenchement ne peut être déplacé que si toutes les aiguilles sont bien faites et que les signaux contraires sont fermés. Quand on renverse ensuite le levier du signal, les appareils s'enclenchent dans cette position et le signal manœuvré s'efface pour laisser entrer le train en gare. Après l'entrée du train en gare, le signal se ferme derrière lui, mais son levier d'enclenchement reste encore ouvert pendant un certain temps, jusqu'à ce qu'on se soit assuré que le train a déjà franchi toutes les aiguilles disposées pour son passage depuis le poste central. Sans cette disposition, tous les leviers d'aiguilles seraient déclenchés immédiatement après la fermeture du signal et les aiguilles pourraient être ramenées avant que le train les ait franchies.

B. *Transmission.* — La rigidité de la transmission joue un rôle très important, car, si elle est imparfaite, le levier de l'appareil d'enclenchement pourrait être amené dans la position extrême et déclencher les leviers qui sont reliés avec lui quand l'aiguille n'est pas encore convenablement disposée. La rigidité de la transmission a surtout de l'importance dans les systèmes où la manœuvre et l'enclenchement des aiguilles s'opèrent au moyen d'un seul et même levier. M. le professeur Gordéenko a remarqué que les coudes intercalés dans la transmission aux endroits où elle doit changer de direction dans le sens de la hauteur — comme, par exemple, quand on la fait passer sous les voies — ont une grande influence sur sa rigidité et cela parce que le couple qui se forme dans le coude produit une flèche relativement grande. Il faut donc, autant que possible, éviter les coudes et même les exclure entièrement. M. Gordéenko y arrive en introduisant dans la transmission des appareils spéciaux qu'il appele « leviers de descente ».

C. *Récepteurs.* — Après ce que nous avons dit plus haut des récepteurs des aiguilles, il suffit de faire observer ici que les appareils d'enclenchement talonnables de M. le professeur Gordéenko se répandent de plus en plus sur les chemins de fer russes, et qu'on en installe non seulement aux endroits où la concentration des manœuvres est faite d'après son système, mais aussi dans les installations Crossley, Saxby, Stevens et Sykes.

D. *Signaux.* — Au titre 5 relatif aux signaux fixes, nous avons dit que, conformément aux règles établies par le ministre des voies de communication, les stations n'étaient généralement couvertes que par des signaux uniques, disques rouges ou sémaphores à un bras. Néanmoins, dans les gares où l'on a introduit la concentration de la manœuvre des aiguilles et des signaux, les signaux d'accès de la gare consistent souvent en sémaphores à plusieurs bras qu'on installe ordinairement non loin des aiguilles extrêmes et, dans ce cas, il n'est pas rare de voir disposer en avant d'un de ces sémaphores, à une distance déterminée de l'aiguille extrême, un sémaphore à bras unique,

equel ne peut être rabattu que lorsqu'un de ceux du sémaphore ou palettes multiples est ouvert. Aux stations où la manœuvre des aiguilles et des signaux est concentrée, les disques ne sont employés que comme signaux secondaires de manœuvre, et cela bien rarement.

On emploie sur les chemins de fer russes deux types de sémaphores à palettes multiples : *a*) les uns avec des palettes disposées en ligne à la même hauteur et supportés par une traverse fixée au mât principal; *b*) les autres avec des palettes disposées les unes au-dessous des autres. Le premier type a cet avantage, sur le second, que le principe de la signalisation est très clair et ne peut donner lieu à aucun malentendu, puisque la palette de droite, celle du milieu et celle de gauche commandent évidemment chacune le mouvement de la voie ou du faisceau correspondant, tandis que, dans les sémaphores du second type, rien n'indique à priori quelle voie est commandée par une palette déterminée.

Les sémaphores à bras multiples se distinguent non seulement par la disposition relative de leurs palettes, mais encore par leur disposition normale. Dans les systèmes Crossley, Saxby, Stevens, Sykes et Wurtzel, lorsqu'un sémaphore découvre une voie quelconque, le bras correspondant se rabat seul, c'est pourquoi les trains passent devant les autres bras fermés et pendant la nuit devant des feux rouges. Certains ingénieurs trouvent ce mode de signalisation incorrect et prétendent que les mécaniciens s'habituant à passer devant des bras sémaphoriques levés ou de nuit devant des feux rouges, ne prêtent plus une attention suffisante aux signaux d'arrêt et finissent par être désorientés sous ce rapport. C'est pour ce motif que la maison Max Judel et Cie et M. le professeur Gordéenko ont disposé leurs sémaphores à deux et à trois bras, de telle manière qu'à l'état normal il n'y ait que la palette supérieure qui soit dans la position horizontale, tandis que celles qui sont au-dessous sont rabattues contre le mât; pendant la nuit, on ne voit qu'un seul feu rouge, les feux des autres bras étant couverts par des écrans. Quand on découvre la voie de droite, on ne rabat que le bras supérieur et de nuit on ne distingue qu'un feu vert; si une autre voie est également libre, il y a deux bras inclinés vers le bas et de nuit deux feux verts; enfin, si la troisième voie est aussi ouverte et si le sémaphore est à trois bras, tous les trois sont inclinés vers le bas et laissent apercevoir de nuit trois feux verts. En théorie, ce système peut être considéré comme parfait; mais, en réalité, il n'est pas rare de voir converger en un même point d'une gare de bifurcation deux, trois et même un plus grand nombre de voies principales qui viennent de directions différentes et qui ont chacune leur signal d'arrêt extrême; c'est pourquoi il arrive que le mécanicien, tout en n'ayant jamais à dépasser le bras levé du signal de sa voie, ait constamment à passer devant les signaux fermés d'autres voies établies à côté. La même chose a lieu souvent dans les stations qui ont plusieurs signaux de départ disposés auprès de pareilles voies, et la pratique démontre que dans ces circonstances les mécaniciens ne sont nullement désorientés. Il faut en conclure que les sémaphores disposés de telle façon que lorsqu'on abat un bras les autres restent horizontaux, ne présentent pas d'inconvénients en pratique et que ce sont, de fait, des signaux très satisfaisants.

Des passerelles métalliques jetées par-dessus les voies et destinées à remplacer les mâts, servant spécialement à y fixer des bras sémaphoriques et à écarter toute espèce de doute relativement aux indications des palettes, n'ont été établies en Russie que dans un seul cas : c'est à la station de Birzoula des chemins de fer du Sud-Ouest, où l'on a installé sur une passerelle de ce genre quatre palettes séparées.

VULGARISATION ET PRIX DE REVIENT DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES. — Parmi les différents systèmes de concentration de la manœuvre des aiguilles et des signaux énumérés, seuls les appareils système Crossley, installés pour la première fois en 1869 dans neuf stations du chemin Nicolas et dans une gare de la ligne de Saint-Pétersbourg-Varsovie, n'ont pas réussi à se répandre sur les chemins russes par suite de deux défauts capitaux de ces appareils : *a*) les enclenchements ne s'effectuent que lorsque le levier considéré a achevé sa course (est complètement renversé); *b*) les organes d'enclenchement occupent trop d'espace en plan, c'est pourquoi quand le nombre de leviers est considérable, on est obligé de construire des cabines de grande superficie.

Les appareils électriques, pneumatiques et hydrauliques n'ont pas jusqu'à présent trouvé leur application en Russie. En ce moment, on est en train d'établir, à titre d'essai, à la station de Tchérnoroudka, des chemins de fer du Sud-Ouest près de Kiev, des appareils hydrauliques système Bianchi et Servetaz pour manœuvrer les aiguilles et les signaux. Cet essai est intéressant parce que, en hiver, le mercure descend quelquefois jusqu'à 32° centigrades au-dessous de zéro et qu'on sera obligé d'avoir recours pour la transmission à un mélange d'eau et de glycérine ou à un autre liquide incongelable.

Dans le tableau ci-après se trouvent groupés tous les renseignements concernant les différents systèmes de concentration adoptés en Russie. Pour chaque système, on a indiqué trois prix moyens : celui d'un levier, celui de l'appareil de manœuvre depuis la cabine jusqu'à une aiguille, et celui d'une aiguille faisant partie du système de concentration. En examinant le tableau, il faut ne pas perdre de vue que dans les systèmes Bussing, Gordéenko et Wurtzel chaque aiguille est immobilisée au moyen d'une cale, tandis que dans ceux de Saxby, Stevens et Sykes on ne verrouille que les aiguilles qui sont prises en pointe par les trains de voyageurs, et que dans le système Crossley les aiguilles ne comprennent ni verrous, ni cales.

SYSTÈMES de CONCENTRATION.	LIGNES.	Nombre de stations.	NOMBRE TOTAL des AIGUILLES		Nombre de postes de concentration.	NOMBRE DE LEVIERS						NOMBRE D'APPAREILS MANŒUVRÉS PAR LES LEVIERS DES CABINES DE POSTES.										Nombre maximum de leviers par poste.	DISTANCE MAXIMUM DES CABINES DE POSTES, EN SAGÈNES.					PRIX MOYEN EN ROUBLES		
			ordinaires.	anglaises.		d'aiguilles.	de calage.	de signaux.	de contrôle, de sonnerie, etc.	de rechange.	Total.	Aiguilles concentrées ordinaires.	Aiguilles concentrées anglaises.	Verrous et enclenchements d'aiguilles.	Sémaphores à un bras.	Sémaphores à deux bras.	Sémaphores à trois bras.	Sémaphores à quatre bras.	Sémaphores Nombre total des bras.	Disques rouges.	Appareils de correspondance, sonneries, etc.		Aiguilles ordinaires isolées.	Aiguilles ordinaires conjuguées.	Aiguilles anglaises isolées.	Aiguilles anglaises conjuguées.	Signaux.	d'un levier.	d'un appareil.	d'une aiguille (1).
Crossley (usine Wickers).	Nicolas. Rybinsk-Bologoë. St-Pétersbourg-Varsovie.	22	804	..	27	116	...	69	...	...	185	128	..	...	39	11	...	2	60	...	...	11	170	100	...	...	341	602.38	565.66	870,58
Stevens et Sykes.	Baltique. Sud-Ouest.	29	1346	51	63	455	145	295	3	42	940	202	40	232	120	44	14	1	254	22	19	39	133	190	82	80	500	477.76	384.17	699.53
Saxby et Farmer.	Baltique. Vladicaucase. Moscou-Kazane. Nicolas. Riazane-Oural. St-Pétersbourg-Varsovie.	15	673	...	38	221	69	185	23	45	543	266	...	79	89	27	4	3	167	11	35	29	150	135	...	...	302	634.71	617.05	1,205.67
Gordéenko.	Griazi-Tsaritzyne. Koursk-Kharkov-Azov. Moscou-Koursk. Moscou-Nijni-Novgorod. Nicolas. Riazane-Oural. St-Pétersbourg-Varsovie. Kharkov-Nicolaïev.	35	962	...	48	173	...	89	1	18	281	247	...	253	90	22	5	...	149	4	...	25	225	205	...	..	525	785.95	338.18	894.14
Wurtzel.	Varsovie-Vienne.	1	8	...	1	5	...	3	...	...	8	8	...	8	1	1	...	...	3	...	...	8	193	125	...	..	240	1250.00	526.32	1,250.00
Bussing (maison Max Judel et Cie).	Libau-Romny. Moscou-Kazane. Orel-Vitebsk. Riazane-Oural.	23	626	...	29	188	1	75	4	27	295	254	...	254	55	20	1	...	98	4	11	40	293	215	...	...	440	1125.69	534.75	1,307.40

(1) En établissant le prix des aiguilles, on a compté chaque aiguille anglaise pour deux aiguilles simples.

7. — Appareils de correspondance.

Par M. S. POSDNIAKOV.

Pour les communications des stations et des haltes entre elles ou avec d'autres points de la ligne, on se sert sur les chemins de fer russes du télégraphe, du téléphone et des cloches électriques.

L'établissement et l'entretien des lignes télégraphiques et téléphoniques et des sonneries électriques, avec tous leurs postes et leurs appareils, sont rigoureusement réglementés par des prescriptions rédigées par le ministre de l'intérieur d'accord avec le ministre des voies de communication, ou bien, la règle à suivre dans chaque cas spécial est indiquée par le ministre de l'intérieur.

Sur la plupart des lignes, les appareils dont il s'agit sont confiés soit à un service spécial des télégraphes, soit à une division spéciale des télégraphes du service du mouvement; d'autres fois encore, ils sont à la charge de deux services, celui de la voie et celui du mouvement. L'extension prise par les appareils de block-system décrits plus haut et par les installations pour la concentration de la manœuvre des aiguilles et des signaux a inévitablement entraîné la création d'un service nouveau, celui des « installations mécaniques », auquel peuvent être confiés facilement et avec profit les appareils de correspondance, ainsi que cela a même déjà été fait sur certaines lignes. La question de savoir si ce service doit être distinct quoique secondaire, ou former une des divisions d'un des principaux services, dépendra, bien entendu, du nombre de toutes ces installations sur chaque ligne. Nous parlons des appareils de correspondance dans la première partie de l'*Aperçu*, et nous les rattachons au service de la voie et des bâtiments, parce que, sur la plupart des lignes munies du block-system et des appareils de concentration de la manœuvre des aiguilles et des signaux, leur installation et leur entretien rentrent dans les obligations de ce service.

Lignes télégraphiques. — Le terrain destiné à l'établissement d'une ligne télégraphique doit être suffisamment déblayé d'arbres et de broussailles pour que leurs branches ne puissent venir en contact avec les fils.

Le tracé des lignes télégraphiques doit se faire, autant que possible, régulièrement, c'est-à-dire que, dans les alignements droits, tous les poteaux doivent se trouver dans un même plan vertical et que, dans les courbes peu importantes, ils doivent suivre des arcs de cercle.

Les poteaux sont posés bien verticalement et enfoncés en terre à une profondeur de 1.80 mètre s'ils ont 8.50 mètres de longueur, et de 2.13 mètres s'ils ont 10.65 mètres.

La longueur normale des poteaux ne peut être inférieure à 8.50 mètres; leur diamètre au sommet est de 155 millimètres au minimum s'ils sont en chêne et de 175 millimètres s'ils sont de toute autre espèce.

Quand les lignes télégraphiques franchissent une voie de chemin de fer ou un passage à niveau, les poteaux doivent avoir une hauteur suffisante pour que la distance du rail au fil télégraphique inférieur à l'endroit de la flèche soit au minimum de 21 pieds.

Dans les courbes et dans les angles de la ligne, tous les poteaux sont maintenus par des jambes de force, des tirants en fil de fer et d'autres moyens de contreventement.

La ligne des poteaux doit être à une distance du rail extérieur au moins égale à une fois et demie leur hauteur au-dessus du sol. Si les circonstances locales ne permettent pas d'observer cette règle, on doit contreventer les poteaux au moyen de jambes de force ou les maintenir par des fils de fer de manière à les empêcher de s'abattre sur la voie ferrée.

Le nombre réglementaire de poteaux par verste (1,066 mètres) de ligne est de 16 à 20, pour toutes les parties de la Russie. Dans des cas exceptionnels, comme, par exemple, sur les lignes où il arrive aux fils de se recouvrir en hiver d'une forte enveloppe de glace, ce nombre est porté jusqu'à 25.

Tous les poteaux doivent être régulièrement numérotés d'une station à l'autre, et chacun d'eux doit porter l'indication de l'année où il a été posé.

Les fils télégraphiques des chemins de fer ont 5 ou 4 millimètres d'épaisseur; les premiers sont employés pour les communications directes et les grandes distances, les seconds pour les communications intermédiaires.

Les fils doivent être en fer de qualité supérieure préparé au charbon de bois, avoir une forme cylindrique régulière et une section d'un diamètre uniforme sur toute leur longueur. La variation maximum de diamètre tolérée est de 0.1 millimètre en plus ou en moins.

Les fils doivent supporter les épreuves prescrites à la flexion, à la torsion, à l'enroulement et à l'arrachement. Les fils de fer de 5, 4 et 2 $^1/_2$ millimètres doivent pouvoir être repliés à angle droit sans se rompre, ni se fendre, ni faire ressort, respectivement 6, 8 et 15 fois. Un bout de fil de fer de 6 pouces (150 millimètres) de longueur ne peut ni se rompre ni s'effeuiller, quand on le tord autour de son axe, 10 fois s'il a 5 millimètres de diamètre, 12 fois s'il a 4 millimètres et 16 fois s'il a 2 $^1/_2$ millimètres. Les fils doivent aussi, sans se rompre ni s'effeuiller, pouvoir s'enrouler en anneaux serrés sur un cylindre de même diamètre qu'eux-mêmes. La charge de rupture est fixée à 860 kilogrammes pour les fils de 5 millimètres, à 550 kilogrammes pour ceux de 4 millimètres et à 215 kilogrammes pour ceux de 2 $^1/_2$ millimètres.

On procède aux épreuves de la façon suivante :

a) Pour déterminer le nombre de flexions à angle droit, on prend un bout de fil de fer de 30 centimètres de longueur, on le serre par une de ses extrémités dans un étau entre deux cales en bois, puis on le replie avec la main à angle droit contre les mâchoires de l'étau alternativement d'un côté et de l'autre le nombre de fois prescrit.

b) Pour déterminer le nombre de torsions autour de l'axe, on prend un bout de fil de fer de 20 centimètres de longueur, on l'introduit par un bout sur une longueur de 2 $^1/_2$ centimètres entre les mâchoires de tenailles et parallèlement à celles-ci qu'on serre fortement. On replie l'autre bout à angle droit sur une longueur de 2 $^1/_2$ centimètres qu'on fixe dans un étau à la main, auquel on imprime un mouvement de rotation autour de l'axe du fil. Pour déterminer le nombre de tours autour de cet axe, on fait un trait à la lime à la surface du fil entre l'étau fixe et l'étau à la main.

c) En enroulant le fil sur un rouleau de même diamètre que lui, il faut avoir bien soin que le bout de fil de fer servant de rouleau soit soigneusement dressé.

d) Quand les essais à la rupture, au lieu d'avoir lieu sur un banc d'épreuves, se font à l'aide d'un poids suspendu, afin d'éviter des secousses, on constitue celui-ci avec une caisse de sable, placée sur le plateau de la bascule.

e) On vérifie le diamètre des fils au moyen d'un calibre.

Lors de la vérification des fils à l'usine, l'agent réceptionnaire soumet aux épreuves ci-dessus mentionnées un nombre de paquets équivalent aux 3 p. c. de l'ensemble du lot. Si 5 p. c. seulement des paquets éprouvés ne résistent pas aux épreuves, on refuse le lot entier. D'ailleurs, on accorde à l'usine la faculté de trier le lot refusé et de faire soumettre à de nouvelles épreuves la partie qu'elle croit devoir satisfaire complètement aux conditions exigées. Dans ce cas, on éprouve les 3 p. c. du lot présenté à la nouvelle expertise, mais il suffit d'une seule épreuve non satisfaisante pour faire rejeter définitivement tout le lot.

Si le fil est recouvert d'une couche de zinc, elle doit être répartie uniformément et adhérer parfaitement à la surface du fil, et ne doit pas se fissurer ou s'écailler quand on enroule le fil sur un rouleau.

Pour se rendre compte de l'épaisseur de la couche de zinc, on plonge un bout de fil galvanisé dans une solution d'une partie de sulfate de cuivre et de cinq parties d'eau, à quatre reprises, chaque fois pendant une minute, et le fil ne doit pas rougir.

Les fils de tout diamètre non galvanisés sont recouverts, pour les préserver de la rouille, d'une composition formée d'huile de lin bouillie avec addition d'une petite quantité de céruse.

Les crochets des isolateurs doivent avoir exactement la forme et les dimensions indiquées par le dessin approuvé par la direction générale des postes et télégraphes et être forgés du meilleur fer carré en barre. Le fer employé pour les crochets ne doit pas se rompre à froid et doit présenter dans sa cassure des fibres ou un grain fin. Le bout qui doit porter l'isolateur doit présenter sur trois de ses faces trois entailles barbelées. Le poids du crochet ne doit pas être inférieur à 2 livres 60 zolotniks (1 kilogramme). Le filet de la vis doit être bien fait, sans fissures ni brisures.

Pour garantir les crochets contre la rouille, on doit les faire bouillir dans de l'huile de lin ou les couvrir d'un vernis diamanté.

On considère 17 pouds (277 kilogrammes) comme la charge limite que doit supporter le crochet sans se déformer.

Le crochet ne doit ni s'ouvrir ni se rompre sous l'effort d'un poids moindre que 26 pouds (424 kilogrammes).

Les isolateurs doivent être faits de kaolin homogène de la meilleure qualité (terre à porcelaine), exactement suivant le dessin approuvé par la direction générale des postes et télégraphes. Ils doivent être fabriqués d'une seule pièce, aucune de leurs parties ne doit être rapportée et leur cassure doit présenter une masse homogène à grain serré sans fissures.

Chaque isolateur doit porter la marque de l'usine.

La différence tolérée entre les dimensions prescrites pour les isolateurs et leurs dimensions réelles ne doit pas dépasser 1 millimètre. La surface externe et interne des isolateurs et leurs rebords, sauf l'écrou destiné à recevoir la vis, doivent être couverts d'un bon émail blanc, sans taches, boursouflures ni fissures.

Les crochets sont vissés perpendiculairement à l'axe des poteaux et à la direction de la ligne, à 125 millimètres au delà du filet de la vis.

Sur les lignes dont les fils sont exposés à se couvrir de glace, les crochets doivent être vissés jusqu'à refus.

Pour fixer un isolateur sur son crochet, on emploie du chanvre goudronné qu'on enroule autour du bout en fer barbelé.

Le fil repose sur l'isolateur dans une cavité pratiquée au sommet de ce dernier et est assujetti à chacun d'eux au moyen d'un fil de fer; sur les poteaux d'angle, les fils ne sont pas logés dans cette cavité de l'isolateur, mais assujettis sur le côté; dans ce cas, ainsi qu'aux points où la ligne coupe la voie, on doit faire attention d'assujettir les fils aux poteaux avec un soin particulier et de façon que, si l'isolateur venait à se casser, le fil ne tombe pas à terre, mais reste suspendu au crochet.

Pour tendre les fils, on se guide d'après le tableau ci-après des flèches minimums aux différentes températures pour les distances entre poteaux les plus usitées en Russie :

NOMBRE DE POTEAUX PAR VERSTE.	DISTANCE ENTRE LES POTEAUX.	FLÈCHES EN CENTIÈMES DE SAGÈNE.						
		TEMPÉRATURE RÉAUMUR						
		au-dessous de zéro.				au-dessus de zéro.		
		De 32° à 24°.	De 24° à 16°.	De 16° à 8°.	De 8° à 0°.	De 0° à 8°.	De 8° à 16°.	De 16° à 24°.
16	31	32	39	45	50	55	59	63
20	25	24	30	35	39	43	46	49
25	20	20	24	28	31	34	37	40

Aux joints, les fils de la ligne doivent être solidement enlacés ensemble et soudés à l'alliage de plomb et d'étain; on réunit les fils des stations à ceux de la ligne en les enroulant fortement autour de ces derniers et en les y soudant à l'étain.

La direction générale des postes et télégraphes a le droit d'attacher ses fils aux poteaux télégraphiques des chemins de fer. Les fils appartenant aux chemins de fer sont fixés du côté de la voie; la distance entre les fils doit être de 90 à 60 centimètres.

Postes télégraphiques fixes. — Les fils conducteurs à l'intérieur des stations sont appliqués aux murs dans des endroits bien accessibles et sont fixés sur des lattes au moyen de pointes à tête de cuivre. Les fils de chaque catégorie, c'est-à-dire ceux qui mettent en communication les appareils avec la ligne et les batteries avec les appareils, ne doivent pas être mêlés, mais disposés de telle façon que dans le cas d'un dérange-

ment, on puisse immédiatement découvrir s'il s'est produit sur la ligne ou dans la station.

Les appareils et les batteries des stations doivent être mis en communication avec le sol au moyen de deux fils de fer tressés ensemble, de 4 millimètres de diamètre au moins, fixés à une feuille de tôle de 3 à 6 millimètres d'épaisseur ayant de 35 à 55 centimètres carrés de surface, au moyen de deux vis et d'une soudure à l'étain. La feuille ainsi préparée est enterrée à une profondeur où le sol est toujours humide, ou, ce qui est encore mieux, est plongée dans l'eau s'il y a une rivière ou un puits à proximité.

A l'origine, les appareils télégraphiques des chemins de fer produisaient des signes en relief, actuellement ce sont presque partout des appareils Morse à encrier. Ils se composent des parties suivantes : 1° l'appareil proprement dit, consistant en un mécanisme d'horlogerie mis en mouvement par un ressort ou un contrepoids, un électro-aimant, un levier muni d'une roue qui sert à tracer les signes, un réservoir à encre et un rouleau pour le ruban qui peut être placé dans une caisse sous l'appareil ou sur un châssis à part; 2° une clef; 3° un galvanomètre; 4° un paratonnerre; 5° un commutateur; 6° un tambour mobile pour enrouler le ruban couvert de signes; 7° un commutateur de table; 8° une table ou une planche supportant l'appareil lui-même.

Les pièces en cuivre du mécanisme doivent être en cuivre laminé et non coulé, exactement ajustées, bien polies et couvertes d'une couche égale de vernis à l'alcool; les roues d'engrenages doivent être bronzées.

Les axes doivent être en acier anglais, régulièrement tournés, trempés et polis; les clavettes doivent facilement entrer dans les mortaises, tout en étant bien ajustées.

Les engrenages doivent avoir la forme de tambours avec des cames en acier.

Les roues et les engrenages doivent être exécutés avec précision et calés exactement sur leurs axes respectifs pour que, pendant le fonctionnement du mécanisme, aucune des roues ne décrive un mouvement excentrique et ne sorte du plan perpendiculaire à l'axe.

Afin de vérifier la régularité du mécanisme, on enlève la boîte à ressort et le régulateur à ailettes et on met le mécanisme en mouvement en tournant la grande roue à la main; la marche du mécanisme doit être alors aisée et sans à-coups. Ensuite on remet, soit la boîte à ressort et le régulateur, soit le contrepoids en place et la marche doit être la même que précédemment.

Les tiges des électro-aimants et l'ancre du levier doivent être en fer parfaitement doux et ne pas être susceptibles de conserver du magnétisme rémanent.

Pour se rendre compte de ce dernier point, on fait l'expérience suivante : on place sur les extrémités des électro-aimants une fine aiguille à coudre et on fait passer plusieurs fois successivement un fort courant par les fils qui les enveloppent; si, après cette opération, l'aiguille tombe quand on souffle dessus, on peut considérer le magnétisme rémanent comme inoffensif pour le bon fonctionnement de l'appareil.

Les bobines des électro-aimants doivent être enroulées d'un fil de cuivre mince recouvert de soie; le nombre de tours de chaque bobine ne doit pas être inférieur à 6,000 et offrir une résistance de 300 à 320 unités Siemens.

La bande de papier qui passe entre les rouleaux doit se mouvoir régulièrement et ne

pas s'écarter de côté ou d'autre; si on appuie en même temps sur le levier, l'encre doit ne pas couler et laisser une empreinte continue, nette sur la bande.

Le galvanomètre doit être vertical. Le fil isolé enroulé autour de l'aiguille doit présenter une résistance de 38 à 40 unités Siemens, et, sous l'action d'un élément Meidinger de petite dimension, l'appareil doit dévier au minimum de 30°.

La clef peut être en cuivre fondu; le remontoir ne doit pas avoir de mouvement latéral, il doit facilement tourner autour de son axe et ses contacts doivent être en métal dur, difficilement fusible et inoxydable, et s'appliquer exactement l'un sur l'autre.

Le paratonnerre peut être de construction diverse, à lamelles, avec des pointes, automatique, etc.; il doit toujours avoir son fil conducteur bien isolé.

Les tambours des bandes et les commutateurs doivent être d'un travail fini; les clefs du commutateur doivent se loger dans ses cavités sans avoir de jeu.

La planche ou la table supportant l'appareil doit être en bois parfaitement sec, d'essence dure, d'un travail soigné et bien polie.

La commutation de la table doit être construite conformément au schéma joint à l'appareil et au moyen de fil de cuivre enroulé d'un fil de coton imbibé de paraffine et recouvert de cire ou de résine isolée.

Les piles des télégraphes des chemins de fer se composent d'éléments Meidinger; le nombre des éléments des batteries dépend de la résistance de la ligne et des appareils, en comptant un élément par 100 unités de résistance Siemens.

LIGNES ET POSTES TÉLÉPHONIQUES. — Jusqu'à présent[1], il n'a pas été construit de lignes téléphoniques en remplacement de lignes télégraphiques. Les téléphones ne s'emploient que comme un moyen auxiliaire de communication le long des chemins de fer ou sous forme de courtes lignes latérales réunissant les gares aux sièges des directions des lignes et mettant en communication les différents fonctionnaires avec leurs chefs. Il n'existe pas de règlements officiels à ce sujet, et chaque fois qu'il s'agit d'établir soit une ligne, soit un poste téléphonique, chaque ligne adresse une demande à la direction générale des postes et télégraphes en y joignant un projet plus ou moins complet.

POSTES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES AUXILIAIRES DE LA VOIE COURANTE. — Pour mettre les trains en communication avec les stations en cas d'arrêt en route, on emploie divers procédés :

1° *Appareils à cadran, à induction*, qu'on transporte dans les trains ou qu'on dispose provisoirement dans des corps de garde ou des guérites à une distance de 5 verstes (5,333 mètres) au plus les uns des autres;

2° *Appareils Morse* (avec encrier) également transportés dans les trains. Pour les utiliser, chaque brigade de conducteurs doit posséder un homme sachant se servir des appareils télégraphiques, et pour intercaler les appareils dans la ligne, on ménage des installations à part dans les corps de garde et les guérites (planchettes de communication);

---

[1] Août 1892.

3° *Téléphones.* — Les premiers téléphones ont été établis sur le chemin de Moscou-Koursk en 1888, dans le but principal de donner la possibilité au train arrêté en route de communiquer avec la station. Aussi, l'action du téléphone, dans ces conditions, est-il borné au parcours compris entre deux stations voisines. Les téléphones ont été établis à toutes les stations, dans des corps de garde et des guérites espacés les uns des autres de 4 à 5 verstes au plus Les téléphones à microphone proviennent de l'usine Berliner à Hanovre. Chaque téléphone de la ligne est muni d'un timbre d'appel et ceux des stations de deux timbres, correspondant respectivement à deux parcours différents de part et d'autre. Sur le chemin de fer de Moscou-Koursk, il y a en tout 135 téléphones sur un parcours de 502 verstes. Les appareils téléphoniques et leur installation ont coûté 10,000 roubles; on a dépensé 20,000 roubles pour l'établissement de fils électriques spéciaux (de 4 millimètres de diamètre) pour les téléphones.

La nécessité d'établir de pareils fils pour les téléphones a retardé leur application très utile aux chemins de fer. Depuis 1891, on installe sur beaucoup de chemins des téléphones du système de M. Gvozdiev, permettant de se servir simultanément d'un même fil pour téléphoner et télégraphier (1).

Cloches électriques. — Parmi les procédés usités pour avertir les gardes de la voie et des passages à niveau, aussi bien que les ouvriers de la ligne du départ des trains, il faut citer les cloches électriques adoptées sur quelques chemins de fer à grand parcours.

Les cloches électriques employées sur les chemins de fer russes sont du système Siemens et Egers (ligne Nicolas); ces appareils sont munis d'un mécanisme spécial, permettant non seulement de recevoir toute espèce de dépêches acoustiques des stations, mais encore de transmettre à celles-ci, d'un point quelconque de la ligne, un certain nombre de signaux.

Des cloches électriques non munies de ce dernier dispositif fonctionnaient sur la ligne Nicolas pendant les premières années de son exploitation, mais elles y furent trouvées superflues et même dangereuses comme pouvant déshabituer les gardiens de prêter toute l'attention voulue à l'accomplissement de leurs obligations. A cette époque, les cloches étaient placées sur les toits des maisons de garde et la surveillance de la voie ainsi que le gardiennage des passages à niveau étaient faits par les hommes des compagnies militaires d'ouvriers.

La réintroduction des cloches électriques sur les chemins de fer russes, pour avertir le personnel de la ligne du départ des trains, a donné lieu à une série de critiques dans les organes techniques russes, et M. l'ingénieur Borodine, qui jouit d'une autorité bien méritée, est arrivé à conclure à l'inutilité de ces appareils, dans un article publié dans le journal *l'Ingénieur* (de Kiev).

(1) Une note des chemins de fer de l'État russe, donnant une description complète de ces appareils, a été publiée en français dans le *Compte rendu de la session de Saint-Pétersbourg du Congrès des chemins de fer*, vol. III, p. XVIII-B/206, ainsi que dans le *Bulletin du Congrès*, numéro d'août 1892, 2e fasc., p. 3382.

CHAPITRE V

Bâtiments.

Par MM. TCHERNIAVSKI et PETLINE
INGÉNIEURS

1. — Bâtiments de la ligne.

Considérations générales. — Le nombre et le système des constructions sur les différentes lignes dépendent entièrement du mode adopté pour la surveillance et l'entretien de la voie et des ouvrages d'art, ainsi que de l'intensité du mouvement et de la nature des matériaux à bon marché qu'on a sous la main. Il convient encore d'observer relativement à certaines de ces constructions, telles que les maisons de garde, que leurs dimensions ont été successivement modifiées, pour en améliorer l'aménagement, au fur et à mesure de l'établissement de nouvelles lignes, et que, dans bien des endroits où ces maisons sont actuellement en pierre ou revêtues en brique, elles étaient autrefois en terre battue, en pisé, ou même tout simplement creusées dans le sol. D'ailleurs, on s'occupe en ce moment de la revision des « Règles pour la surveillance et l'entretien des voies ferrées », et si la préférence est donnée au système qui consiste à remplacer les gardiens de la voie par des équipes volantes d'entretien, un grand nombre de ces maisons deviendront inutiles.

Le sol des bâtiments est généralement recouvert de planches et celles-ci reposent sur des lambourdes. Mais on emploie aussi des aires en argile battue, en briques et en asphalte. Les croisées sont doubles et les portes d'entrée sont protégées par des vestibules ou des tambours.

Les toits des bâtiments sont couverts, suivant les circonstances et les ressources pécuniaires dont on dispose, de tôle de fer, de tuiles, de planches, d'ardoises, etc.

Les communs des maisons d'habitation sont en bois sur toutes les lignes.

Les enceintes des cours sont formées, soit d'un rempart en terre, soit d'une clôture en bois (planches jointives, treillis ou lattis), soit de haies vives. Quelquefois, comme, par exemple, sur les lignes qui traversent la steppe, les cours des bâtiments ne sont pas clôturées.

La principale difficulté à résoudre lors de la construction des bâtiments d'une ligne, c'est de les pourvoir d'eau quand ils sont isolés. A cet effet, si on ne trouve pas à moins de 200 sagènes (426 mètres) de distance une eau courante potable, on creuse près des bâtiments des puits revêtus en bois ou en maçonnerie. Mais souvent, surtout sur les chemins de fer qui franchissent les lignes de faîte et les steppes, ce moyen

d'alimentation est insuffisant. La direction locale de la ligne fait alors transporter l'eau de l'endroit le plus rapproché au moyen de chevaux, ce qui coûte relativement très cher. Mais il y a des sections où même cet expédient n'est pas praticable et où l'on est obligé de desservir les maisons de garde et les corps de garde d'ouvriers au moyen de réservoirs amenés par des trains spéciaux. On peut citer, par exemple, la première section de 100 verstes du chemin de fer Transcaucase à partir de Bakou, et le chemin de fer de Tsarskoë-Sélo, où, en été, des trains spéciaux transportent chaque jour l'eau nécessaire, bien qu'il y ait des puits établis auprès des maisons de garde.

Maisons de garde de la voie, des passages a niveau et des ponts. — A l'époque où l'on procéda à la construction du chemin de fer Nicolas (1842-1851), et pendant les quinze premières années de son exploitation, les gardiens au service de l'administration des voies de communication, sur les voies navigables et sur les chaussées, se recrutaient parmi les hommes des compagnies militaires des voies de communication. Le même mode de recrutement fut appliqué aux gardiens de la ligne Nicolas. On considérait alors comme suffisantes pour deux hommes des maisons de garde couvrant une superficie de 2.5 × 1.5 sagène (5.23 × 3.20 mètres) et ayant 1.10 sagène (2.35 mètres) de hauteur. Bien entendu, il ne pouvait être question d'y loger les familles des hommes mariés, qui venaient pourtant pour la plupart de loin. Mais dès l'année 1865, la direction de la ligne trouva ce mode de recrutement incommode et commença à remplacer les soldats par des hommes embauchés librement parmi les paysans. Or, la plupart des gardiens ainsi embauchés avaient de la famille et venaient s'installer avec elle dans les maisons de garde. Ce qui attirait surtout les hommes mariés, c'était la faculté accordée à leurs femmes d'être employées, moyennant rétribution, au gardiennage des passages à niveau, ou bien au déblayage des neiges de la voie en hiver et au sarclage en été.

Pendant les premiers temps de l'introduction des gardiens libres, on put encore retarder la reconstruction des maisons, parce que la longueur des sections confiées à la surveillance de chacun d'eux fut en même temps augmentée et qu'il fut possible d'attribuer une maison à chaque gardien. Au commencement, le service était en effet organisé de façon que deux gardiens n'eussent qu'une seule et même section d'une verste à surveiller à tour de rôle, mais vers 1870 on en confia deux à leur surveillance, ce qui permit à chacun d'occuper séparément avec sa famille une maison entière.

Les autres lignes, construites pour la plupart par des Compagnies privées, à une époque où le chemin de fer Nicolas avait déjà supprimé les gardiens militaires, ont été forcées de loger, non seulement les gardiens eux-mêmes, mais aussi leurs familles, et de construire à cet effet des maisons de plus grandes dimensions. Ainsi, par exemple, sur le chemin de Saint-Pétersbourg à Varsovie, on a construit dès l'origine des maisons de garde de 2 × 3 sagènes = 6 sagènes carrées (4.26 × 6.39 mètres = 27.06 mètres carrés), sur le chemin de fer de Péterhof de 4 × 2.25 sagènes = 9 sagènes carrées (8.52 × 4.79 mètres = 36.59 mètres carrés), sur la ligne de Riga-Dvinsk de 4.6 × 3.6 sagènes = 16.56 sagènes carrées (9.80 × 7.67 mètres = 80.69 mètres carrés), sur celle d'Odessa de 2.5 × 3 sagènes = 7.5 sagènes carrées (5.32 × 6.39

mètres = 33.83 mètres carrés), sur celle de Dvinsk-Vitebsk de 4 × 3.24 sagènes = 12.96 sagènes carrées (8.52 × 6.90 mètres = 58.45 mètres carrés), sur celle de Riazane-Kozlov de 2 × 2.25 sagènes = 4.5 sagènes carrées (4.26 × 4.79 mètres = 20.40 mètres carrés), sur celle de la Vistule de 2 × 2 sagènes = 4 sagènes carrées (4.26 × 4.26 mètres = 18.04 mètres carrés), sur celle de Varsovie-Vienne de 6 sagènes carrées (27.24 mètres carrés); sur celle de Lodz de 3 × 4 = 12 sagènes carrées (6.39 × 8.52 mètres carrés = 54.48 mètres carrés), sur celle de Koursk-Kiev de 3.25 × 2.25 sagènes = 7.3 sagènes carrées (6.90 × 4.79 mètres = 32.92 mètres carrés), sur celle de Kiev-Brest de 4.2 × 2.8 sagènes = 11.76 sagènes carrées (8.95 × 5.90 mètres = 53.04 mètres carrés), sur celle de Rybinsk-Bologoë de 3 × 2.10 sagènes = 6.30 sagènes carrées (6.39 × 4.47 mètres = 28.31 mètres carrés), sur celle de Chouïa-Ivanovo de 5.5 × 3.5 sagènes = 19.25 sagènes carrées (11.72 × 7.45 mètres = 86.82 mètres carrés) et sur celle de Kharkov-Krementchoug de 3.18 × 2.23 sagènes = 7.09 sagènes carrées (6.77 × 4.75 mètres = 31.98 mètres carrés). Depuis 1875, la ligne Nicolas a jugé que la grandeur des maisons était insuffisante et elle a commencé à les reconstruire complètement, en adoptant pour dimensions normales 3 × 2 = 6 sagènes (6.39 × 4.36 mètres = 26.06 mètres carrés) et en y ajoutant les communs indispensables. Il en est de même du chemin de fer de Varsovie-Vienne, où les nouvelles maisons occupent une superficie de 8 sagènes carrées (36.08 mètres carrés).

Sur les chemins de fer construits en dernier lieu, on a aussi augmenté les dimensions des maisons de garde; sur l'embranchement de Novorossiisk, elles ont une superficie de 2.75 × 2.25 sagènes = 6.19 sagènes carrées (5.86 × 4.79 mètres = 27.92 mètres carrés), sur la ligne d'Oufa-Zlatooust, 6.10 sagènes carrées (13 mètres carrés) et sur celle de Djankoï-Théodosie, 6 sagènes carrées (27.06 mètres carrés).

Lorsqu'il est nécessaire d'installer deux gardiens l'un à côté de l'autre, on construit deux maisons de garde, ou bien une seule ayant des dimensions doubles.

Dans la partie septentrionale du réseau, les maisons sont presque exclusivement construites au moyen de pièces de bois de 20 à 25 centimètres de diamètre, revêtues de planches ou de briques; elles sont placées sur des fondations en pierre ou sur des piliers en maçonnerie et leurs toits sont en tôle ou en bardeaux. Sur quelques lignes, ces maisons sont même plâtrées à l'intérieur, comme, par exemple, sur la ligne de Tsarskoë-Sélo. Dans la portion méridionale du réseau, au contraire, ce sont les maisons en pierre ou en brique qui dominent. Nous pouvons citer, par exemple, les lignes de Vladicaucase, de Voronège-Rostov, de Donétz, Catherine et de Lozovo-Sébastopol, ainsi que l'embranchement de Lodz et la section de Malkine à Varsovie du chemin de fer de Saint-Pétersbourg-Varsovie. Les toits de ces maisons sont en fer ou en tuile, et sur la ligne Catherine en ardoise.

Dans ces derniers temps, on a installé auprès de toutes les nouvelles maisons de garde qu'on a construites les communs indispensables, tels que garde-manger, hangars et latrines, et l'on a entouré les cours de clôtures. La superficie occupée par les communs des maisons de garde sur les nouvelles lignes construites par l'État est au moins égale aux 25 p. c. de celle occupée par ces dernières.

Le prix des maisons de garde varie avec leurs dimensions et le prix des matériaux. Ainsi, par exemple, sur le chemin Nicolas et celui de Saint-Pétersbourg à Varsovie, les maisons de garde neuves reviennent à 1,250 roubles; sur la ligne de Varsovie-Vienne, elles coûtent 1,450 roubles; sur celle de Romny-Krémentchoug, le prix d'une maison avec les communs a été de 1,405 roubles et sur celle de Djankoï-Théodosie de 1,250 roubles.

Sur le chemin de l'Oussouri, on ne construit de maisons de garde que pour les passages gardés; or, la plupart des passages seront à niveau et non gardés.

Maisons pour les cantonniers et les équipes d'ouvriers. — Les maisons des cantonniers et des ouvriers, lors de la construction de la ligne Nicolas, étaient disposées de 5 en 5 verstes, la section confiée à la surveillance de chaque cantonnier ayant cette longueur. Ces maisons portaient le nom de postes casernes de 5 et de 10 verstes, parce qu'elles servaient à loger les hommes de compagnies militaires des voies de communication et que toutes les 10 verstes elles comprenaient en plus un poste de gendarmes qui parcouraient la ligne à cheval, afin d'empêcher les malfaiteurs de la détériorer, les voituriers des villages environnants la considérant comme leur ruine. Ces maisons comprenaient aussi des écuries. Le nom de caserne a été conservé jusqu'à présent aux maisons destinées aux équipes de la voie sur la plupart des lignes. Avec le temps, les cadres des équipes d'ouvriers ont été modifiés. Chaque cantonnier a maintenant plusieurs équipes d'ouvriers sous ses ordres, et l'on a établi des demi-casernes intermédiaires suivant la longueur des sections.

Pour ce qui est des dimensions des casernes, il a fallu se conformer aux circonstances locales, suivant que, pendant les grands travaux de réfection d'été, les ouvriers y couchaient tous, ou qu'une partie d'entre eux allait passer la nuit dans les villages avoisinants où ils avaient été embauchés. Dans le premier cas, on a dû donner aux casernes de grandes dimensions et les employés commissionnés qui étaient tenus de les habiter y étaient logés plus à l'étroit que dans le second, où l'on a pu restreindre leurs dimensions tout en réservant plus de place aux employés.

Sur les différentes lignes énumérées ci-après, les casernes ont les dimensions suivantes:

Nicolas. Anciennes casernes en bois, 6.24 × 3.88 et 7.30 × 5.50 sagènes (13.29 × 8.26 et 14.55 × 11.72 mètres); nouvelles casernes, 6.75 × 5.5 et 9.72 × 5.82 sagènes (14.38 × 11.72 et 20.70 × 12.40 mètres); Saint-Pétersbourg-Varsovie, 5.33 × 4.20 sagènes (11.35 × 8.95 mètres); Moscou-Riazane, 5.75 × 2.40 sagènes (12.25 × 5.11 mètres); Varsovie-Térespol, 6.20 × 2.70 sagènes (13.21 × 5.75 mètres); Moscou-Koursk, 3.85 × 3 sagènes (8.20 × 6.39 mètres); Koursk-Kharkov-Azov, 3 × 5.5 sagènes (6.39 × 11.72 mètres); Rybinsk-Bologoë, 8.5 × 3 sagènes (18.10 × 6.39 mètres); Chouïa-Ivanovo, 6.4 × 4 sagènes (13.83 × 8.52 mètres); Orel-Griazy, 3 × 6 sagènes (6.39 × 12.78 mètres); Kharkov-Nicolaïev, 11 × 3.62 sagènes (23.83 × 7.61 mètres); Koursk-Kiev, 5.75 × 3 sagènes (12.25 × 6.39 mètres); Moscou-Brest, 6 × 3 sagènes (12.78 × 6.39 mètres); embranchement de Novorossiisk, 6.75 × 4.38 sagènes (14.38 × 9.33 mètres). Sur le chemin d'Oufa-Zlatooust, il y a des casernes qui ont une superficie de 22 et 28 sagènes carrées

(88.22 et 126.28 mètres carrés) et des demi-casernes, de 14.27 sagènes carrées (64.35 mètres carrés) de superficie.

Sur les chemins de fer que l'on construit maintenant, on donne ordinairement aux casernes une superficie intérieure de 24 sagènes carrées (ligne de Djankoï-Théodosie et de la Sibérie occidentale) ou de 25 sagènes carrées (112.75 mètres carrés) (chemin de fer de l'Oussouri) et aux demi-casernes, une superficie de 15 sagènes carrées (67.65 mètres carrés).

Dans le nord et le centre de la Russie, presque toutes les casernes ont été construites en bois, avec des poutres de 22 à 27 centimètres de diamètre, sur fondations ou piliers en maçonnerie et couvertes en fer ou avec des bardeaux. Sur les lignes du Midi, les casernes en maçonnerie, en brique ou en pierre locale prédominent; elles sont couvertes en tôle de fer, souvent en tuile, et sur le chemin Catherine en ardoise.

Sur la ligne de Djankoï-Théodosie, chaque caserne comporte un balcon de 1 sagène de largeur abrité par une marquise.

Les casernes et les demi-casernes comprennent les communs indispensables, tels que : écuries pour le bétail, latrines, garde-mangers, dont la superficie est au moins égale à 20 p. c. de la superficie intérieure réservée aux logements.

On dispose les casernes le long de la ligne, de telle façon que les ouvriers n'aient pas beaucoup de chemin à faire pour se rendre au travail. La distance qui les sépare varie ordinairement de 10 à 18 verstes (10 à 19 kilomètres). Parfois, on réserve un local pour le télégraphe dans les casernes disposées en paliers aux garages.

Pour donner une idée du prix de revient des casernes, on peut citer comme exemple que les nouvelles casernes en pierre du chemin de fer Nicolas ont coûté, le premier type pour cantonnier et pour chef d'équipe avec son équipe, communs compris, 7,278 roubles et le second type pour chef d'équipe et son équipe, 5,072 roubles. Les casernes du chemin de Varsovie-Vienne avec dépendances ont coûté 4,700 roubles.

Sur les chemins de fer de l'État en construction, le prix des casernes en bois avec leurs dépendances varie de 2,500 à 3,600 roubles et celui des demi-casernes est d'environ 1,700 roubles. Les casernes en pierre coûtent 4,800 roubles et les demi-casernes 3,000 roubles.

Maisons des signalistes des postes de signaux du block-system. — De pareilles maisons ont été construites sur la section de Saint-Pétersbourg à Bologoë du chemin de fer Nicolas, sur la section de Saint-Pétersbourg à Gatchina du chemin de fer de Varsovie, et sur la section de Jabinka-Brest du chemin de fer de Moscou-Brest.

On peut citer, comme types de pareilles maisons, celles du chemin de fer Nicolas : auprès de chaque sémaphore de la ligne, il y a une guérite de service qu'on peut chauffer et qui a 1.60 × 1.60 sagène de superficie, ainsi qu'une maison d'habitation pour deux signalistes, composée de deux pièces séparées par un couloir et ayant 5 × 3 sagènes de superficie. Les guérites coûtent 150 roubles et les maisons, 1,500 roubles.

Batiments de refuge pour les ouvriers en cas de tourmentes de neige. — On trouve

de pareils bâtiments sur un petit nombre de chemins de fer. Ils servent à abriter, pendant les tourmentes et les moments de repos, les ouvriers loués pour la plupart dans les villages voisins de la ligne, pour déblayer les amoncellements de neige. Ce sont des baraques revêtues de terre ou des hangars fermés. Le plancher est en planche ou en terre battue. Les hangars sont couverts en tôle de fer ou en planches. On trouve de pareils bâtiments sur la section de Balta-Krioukov, très exposée aux amoncellements, et dans la partie qui traverse la steppe de la ligne de Koursk-Kharkov-Azov.

Leur prix dépend complètement des circonstances locales.

2. — Bâtiments des voyageurs et halles à marchandises des stations.

Batiments des voyageurs. — Les bâtiments des voyageurs aux stations terminus ou principales se construisent quelquefois pour une seule ligne, quelquefois aussi en vue de desservir deux lignes et même davantage. Dans ce dernier cas, on donne à ces bâtiments des voyageurs d'utilisation commune des dimensions plus considérables, et toutes les lignes intéressées contribuent aux dépenses de premier établissement, d'agrandissement et d'entretien. Il y a en Russie un assez grand nombre de pareilles gares communes et nous pouvons citer, comme exemple, les gares de voyageurs assez importantes de Rostov sur le Don, de Riajsk, de Brest, de Biélostok, de Kharkov, de Lozovo et de Griazy.

Tous les bâtiments des voyageurs des stations de première classe ou principales sont en pierre. Il n'y a d'exception que pour quelques-uns que l'on a permis de construire temporairement en bois en attendant la construction d'une gare en pierre devant servir à plusieurs lignes, comme cela a eu lieu pour les gares de Moscou, des lignes de Moscou-Nijni-Novgorod et de Moscou-Koursk et pour celle de Rostov sur le Don, du chemin de fer de Kozlov-Voronège-Rostov. Les stations des autres classes sont, soit en pierre, soit en bois, suivant les circonstances locales. Dans le midi de la Russie, les bâtiments en maçonnerie prédominent; même de petits bâtiments pour voyageurs y sont en pierre. Dans le nord de la Russie, où le bois est à bon marché, il y a des exemples de grands bâtiments à voyageurs construits en bois (station de Rybinsk et autres). Mais comme les bâtiments de grande longueur en bois présentent du danger au point de vue des incendies, il arrive souvent que, par économie, on compose le bâtiment d'un corps central en pierre flanqué de deux ailes en bois.

La disposition intérieure des bâtiments des voyageurs varie beaucoup et dépend des idées personnelles des auteurs des projets, des exigences de l'époque où elles ont été construites et des conditions dans lesquelles elles ont été exécutées. Aussi est-il impossible d'indiquer les traits caractéristiques des bâtiments des voyageurs des chemins de fer russes. En somme, ils sont la reproduction de types étrangers ou de celui de la ligne de Moscou-Koursk, dans la création de laquelle les ingénieurs russes ont voulu faire preuve de plus d'originalité. Il n'y a que les types primitivement adoptés pour les grands bâtiments des voyageurs de la ligne Nicolas, d'un aspect à la fois grandiose et simple, qui n'aient pas été imités depuis. Ce dernier fait doit être attribué non pas au type lui-même, mais à la situation du bâtiment entre les voies principales, situation qui a été

plus tard reconnue incommode par les constructeurs. Cependant, cette disposition des bâtiments a été imitée forcément dans quelques gares de bifurcation, telles que Riajsk, Griazy et Brest. Il faut remarquer que tout en accordant aux auteurs des projets pleine liberté de disposer l'intérieur des bâtiments des voyageurs à leur guise, le Ministère des voies de communication a cependant fixé les limites inférieures ci-après pour la superficie des installations destinées au public et à l'administration : 150 sagènes carrées pour les bâtiments de 1re classe; 100 sagènes carrées pour ceux de 2e classe; de 50 à 60 sagènes carrées pour ceux de 3e classe; de 40 à 50 sagènes carrées pour ceux de 4e classe et 30 sagènes carrées pour les demi-stations. De plus, la moitié au moins de cette superficie doit être réservée au public, 12 sagènes carrées au service de la poste dans les stations de 1re et de 2e classe; en outre, dans les stations de 1re classe, on doit aménager des chambres de gala de 35 sagènes carrées de superficie en plus des 150 sagènes carrées citées ci-dessus.

Sur les chemins de fer récemment construits, la superficie intérieure des bâtiments des voyageurs exclusivement réservés au public et aux différents services de la gare, est égale à 90 ou 100 sagènes carrées (417 ou 454 mètres carrés) pour les bâtiments de 2e classe, et de 30 à 50 sagènes carrées (136 ou 227 mètres carrés) pour ceux de 3e et de 4e classe.

D'après les conditions techniques adoptées pour la ligne de la Sibérie occidentale, cette superficie doit être de 50 sagènes carrées (227 mètres carrés) pour les stations de 3e classe, de 40 (182 mètres carrés) pour celles de 4e classe et même de 30 (136 mètres carrés) si ces dernières ne comportent pas de buffet. Sur la ligne de Djankoï-Théodosie, la superficie réservée au public et aux bureaux, dans les stations de 4e classe, varie de 30 à 50 sagènes carrées (136 ou 227 mètres carrés), non compris l'épaisseur des murs et le balcon. La moitié au moins de cette superficie est occupée par les salles d'attente et 3 sagènes carrées (13.62 mètres carrés), au minimum, sont destinées au service de la poste.

Dans les stations de 5e classe, la superficie réservée aux installations pour les voyageurs et aux bureaux est de 20 sagènes carrées (90.8 mètres carrés). Dans les endroits où l'on ne prévoit pas une grande affluence de voyageurs, cette superficie est de 12 sagènes carrées au moins (54.48 mètres carrés).

On prend d'ailleurs le soin, dans ce cas, de disposer les maisons d'habitation à l'écart de la voie principale, de façon qu'elles n'empêchent pas de construire ensuite des bâtiments des voyageurs séparés, quand le développement du mouvement l'exigera.

La hauteur de plafond des salles d'attente et des bureaux varie avec les lignes, et ne comporte pas de règle fixe. Quelquefois elle est considérable, comme par exemple dans les vestibules et les salles réservées au buffet; d'autres fois, comme dans les demi-stations, elle se réduit à 4 $^1/_2$ archines (3.20 mètres). Sur le chemin de l'Oussouri, la hauteur des salles d'attente des stations de 2e classe a été fixée à 6 archines (4.26 mètres) et celle des stations de 3e et de 4e classe à 5 $^1/_4$ archines (3.73 mètres).

Les dimensions des stations de la même classe diffèrent beaucoup suivant les lignes Pour prendre un exemple frappant, nous citerons le chemin à voie étroite d'Irinovka,

où le bâtiment des voyageurs de 2e classe a des dimensions qui seraient trouvées insuffisantes pour les stations de 4e classe sur la plupart des autres chemins.

Dans la plupart des stations grandes ou moyennes, les bâtiments des voyageurs comprennent des buffets qui sont affermés à des particuliers. Primitivement, les cuisines des buffets étaient installées dans le sous-sol ou au rez-de-chaussée, mais il résultait de cette disposition que les odeurs de la cuisine pénétraient dans les salles réservées au public. Actuellement, on préfère installer les cuisines en dehors des bâtiments des voyageurs, ou au-dessus des salles d'attente.

Les bâtiments des voyageurs sont actuellement en pierre, en brique ou en bois, mais toujours sur fondations en pierre. Sur les lignes en construction, pour diminuer les frais de construction, on autorise leur établissement sur des palées (supports) en bois ou des piliers en pierre, mais seulement à titre provisoire. On les recouvre en tôle de Sibérie (poids minimum : 11 livres par archine carrée), ou avec d'autres matériaux incombustibles. Les planchers des bâtiments des voyageurs sont doubles, en bois, en pierre ou en asphalte; mais, dans les salles d'attente de 1re classe et les salons pour dames, les planchers sont exclusivement en bois et pour la plupart parquetés. Les portes d'entrée des bâtiments des voyageurs sont nécessairement munies de tambours. Les plafonds et les murs sont plâtrés, ces derniers sont peints à l'huile, à la colle ou tapissés de papiers peints. Dans les vestibules, les murs sont peints à l'huile ou revêtus de boiseries sur une hauteur de 0.66 sagène (1.40 mètre). Le boisage complet des salles, tel qu'il est pratiqué partout sur les lignes de la Finlande, de la Suède et de la Norvège, n'est pas en usage en Russie.

Les bâtiments des voyageurs en pierre n'ont qu'un ou deux étages ou même un rez-de-chaussée seulement; les bâtiments en bois ne se composent, pour la plupart, que d'un rez-de-chaussée, quelquefois surmonté d'un demi-étage.

Quant aux façades des bâtiments des voyageurs, nous ferons la même remarque que nous avons déjà faite relativement aux différents types de ces bâtiments. Sauf de rares exceptions en ce qui concerne les façades de certaines gares terminus et quelques autres empruntées à des chemins de fer étrangers, elles ne peuvent être rapportées à aucun style déterminé. La recherche du bon marché et les conditions climatériques de la plus grande partie de notre pays rendent impossible, en général, une riche ornementation extérieure des bâtiments.

Presque tous les bâtiments des voyageurs sont entourés de cours pavées pour les voitures, ainsi que de jardins clôturés de palissades. Seules quelques stations, où le mouvement des voyageurs est très faible, font exception à cette règle. Dans les grandes gares terminus, il y a même plusieurs cours, désignées sous les noms de cour d'arrivée, cour de départ, etc. Dans les grandes villes, pour la plus grande commodité des voyageurs des deux premières classes, les perrons des gares sont toujours disposés du côté de la place publique attenante.

Jusqu'à présent, un très petit nombre seulement de bâtiments de chemins de fer en Russie sont éclairés au gaz ou à l'électricité. On éclaire surtout au pétrole; aussi le nettoyage journalier et le remplissage des lampes exigent-ils qu'on prenne des mesures

exceptionnelles de précaution pour éviter les incendies. Dans les stations où la lampisterie est installée dans le bâtiment des voyageurs, le plancher, les murs et le plafond du local qui lui est réservé, sont revêtus d'une matière incombustible quelconque.

Les mêmes précautions sont obligatoires dans les cas où les lampisteries sont situées dans des locaux à part, dans des maisons d'habitation ou d'autres bâtiments de la station.

Les bâtiments des voyageurs sont chauffés par des poêles disposés dans les chambres, par un calorifère unique au moyen de bouches de chaleur ou de conduites à eau chaude. Ce dernier système de chauffage, appliqué pour la première fois au chemin de fer Catherine, se propage plus que le système à air chaud et tend peu à peu à remplacer les poêles dans les bâtiments en pierre de 1re et de 2e classe.

Eu égard à tout ce que nous venons de dire dans ce chapitre, le prix de revient des bâtiments des voyageurs de différents types ne peut être exactement déterminé.

Sur les lignes de l'État en construction, le prix par sagène carrée (4.53 mètres carrés) varie : pour les bâtiments en pierre, de 243 roubles (ligne de Samara-Oufa) à 400 roubles (ligne d'Oussouri); pour les bâtiments en bois, de 100 roubles (ligne de Vilno-Rovno) à 250 roubles (ligne d'Oussouri).

Hôtels. — Lors de la construction de quelques gares de bifurcation éloignées de tout centre habité, et où les trains des différentes lignes aboutissantes ne correspondaient pas, les Administrations de chemins de fer ont été obligées de construire des hôtels ou de céder à bon compte, à des particuliers, des terrains pour les établir, afin d'éviter aux voyageurs la nécessité d'attendre dans les salles d'attente ordinaires l'arrivée du train qui devait leur permettre de continuer leur route. De plus, certaines gares frontières, où l'on visite les passeports et les bagages, comprennent aussi des hôtels. Ceux-ci sont encore nécessaires actuellement, car il arrive souvent que les voyageurs soient obligés de passer un temps quelquefois assez long dans la gare pour attendre leurs bagages restés en route, ou pour remplir certaines formalités. Quant à la nécessité d'avoir des hôtels dans les gares de bifurcation dans l'intérieur du pays, elle a complètement disparu depuis l'organisation de trains de communication directe, et cependant le public continue à user de ceux qui existent. Comme exemples de pareils hôtels, installés dans les bâtiments mêmes des voyageurs, nous pouvons citer ceux des gares de Dvinsk et de Vierjbolovo du chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie et de la gare de Griazy de la ligne de Kozlov-Voronège-Rostov.

Quais des voyageurs. — A chaque station, il y a le plus souvent deux quais des voyageurs. Dans les gares où plusieurs trains se croisent en même temps, le nombre de quais est plus considérable. Sur les premières lignes construites en Russie, on admettait des quais très élevés dont les plates-formes étaient presque au niveau des planchers des wagons. Mais cette disposition, adoptée en vue de la commodité des voyageurs, revenait très cher et rendait très difficile le passage d'un quai à l'autre. Aussi, dès la construction du chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie (1852-1862), on commença à établir des quais plus bas, et on en fit autant ensuite sur presque toutes les

lignes construites depuis. On établit pour règle que, sur chaque ligne, tous les quais devaient être à la même hauteur au-dessus des rails : les quais surélevés à 0.42 sagène (0.89 mètre) et les quais bas à 0.105 sagène (0.22 mètre). Mais cette règle n'a pas été partout observée. Il y a, par exemple, des lignes où les quais des bâtiments des voyageurs de 1re et de 2e classe, ou de ceux de 1re classe seulement, sont surélevés, tandis que tous les autres sont bas.

Aux endroits où les bâtiments des voyageurs sont en pierre, les quais sont ordinairement aussi construits en maçonnerie, et dans les stations dont les bâtiments sont en bois, les quais ont été faits en charpente; il y a cependant des exceptions à cette règle.

Parmi les quais surélevés, on en rencontre beaucoup qui sont établis sur des rails placés debout. La plupart des quais isolés des bâtiments des voyageurs ou intermédiaires sont en bois. Ce n'est que dans les gares où il y a un grand mouvement de voyageurs ou dans les endroits où la pierre est à bon marché que les quais isolés sont en maçonnerie.

La largeur des quais des voyageurs dans les grandes gares varie ordinairement de 2 1/2 à 3 sagènes (5.32 à 6.39 mètres) et dans les autres stations elle est de 1 1/2 sagène. La longueur des quais des voyageurs dépend de l'importance même des stations et varie de 10 à 125 sagènes (21.35 à 266.25 mètres); par conséquent, beaucoup de quais sont plus courts que les trains de voyageurs. Mais cet inconvénient se fait rarement sentir, car, dès que la station gagne en importance, l'allongement des quais ne se fait pas longtemps attendre.

La plate-forme des quais est en bois, en asphalte, pavée ou recouverte d'une couche de gravier. Dans les deux derniers cas, on établit des sentiers en planches servant à rouler les trucs chargés de bagages ou de colis postaux.

Sur les lignes que construit en ce moment l'État, les quais des voyageurs ont 3 sagènes (6.39 mètres) de largeur sur toute la longueur des bâtiments et 1 1/2 sagène (3.20 mètres) au moins sur le reste de leur étendue. Les quais des bâtiments des voyageurs, aussi bien que les quais intermédiaires, sont bas et d'égale hauteur sur tout le parcours de chaque ligne, avec murs en brique ou en moellon du côté de la voie. La longueur des quais des voyageurs des stations de 2e classe est de 50 à 60 sagènes (106.5 à 127.80 mètres), celle des quais des stations de 3e classe est de 40 sagènes (85.20 mètres); pour les stations de 4e classe, elle est de 25 à 40 sagènes (53.25 mètres) et pour celles de 5e classe, de 15 sagènes (32 mètres).

La largeur minimum admise pour les quais intermédiaires est de 1 sagène (2.13 mètres).

Bureaux des marchandises. — Dans la majeure partie des stations russes, le chef de station s'occupe aussi bien du service des marchandises que de celui des voyageurs. Ce n'est que dans les stations où le trafic est très important que ces deux services sont confiés à deux chefs différents; c'est pourquoi la plupart des stations à faible trafic ne comprennent pas de bureaux de marchandises séparés. Mais, comme le service des voyageurs est toujours distinct de celui des marchandises, on a pu sans inconvénient installer les bureaux des marchandises près des dépôts dans les gares où le trafic était

plus ou moins considérable. Les exemples de bureaux des marchandises installés dans des bâtiments des voyageurs dans les grandes gares, sont très rares.

On construit ordinairement des bâtiments séparés pour les bureaux de marchandises, mais on en rencontre aussi d'attenants aux magasins. Dans ce cas, le local du bureau est séparé du magasin par un mur de sûreté en pierre. Dans les petits bureaux de marchandises, les services ne sont pas séparés, mais les grands bureaux sont divisés en deux parties, celle des arrivages et celle des expéditions. La disposition intérieure des bureaux ne présente rien de remarquable, il n'est donc pas nécessaire d'en parler. Il convient cependant de remarquer que dans les stations où le trafic est considérable, où le nombre des personnes qui vont, viennent, stationnent dans les bureaux sans ôter leurs pardessus est très grand, le personnel des bureaux des marchandises souffre en hiver, non seulement d'un air enfermé et humide, mais encore du froid, les portes d'entrée venant, à chaque instant, d'être ouvertes. Pour combattre cet inconvénient, on établit des tambours aux portes de sortie et d'entrée, ainsi que de vastes vestibules, et l'on chauffe fortement les poêles et les cheminées dans les salles réservées au public. Mais ces mesures ne parviennent pas toujours à supprimer le mal.

Halles a marchandises. — Les magasins et halles servant de dépôt aux marchandises sont pour la plupart en bois; quelquefois ils se composent de piliers en brique dont les intervalles sont remplis par des planches. On en trouve parfois en pierre dans les gares terminus et sur beaucoup de lignes du Midi. Les magasins sont pour la plupart couverts en fer; ils ont de 3 à 6 sagènes (6.39 à 12.78 mètres) de largeur, leur longueur varie de 4 à 125 sagènes (8.52 à 266.25 mètres); leur longueur moyenne est de 20 à 25 sagènes (42.6 à 53.25 mètres).

En dehors des magasins et des halles réservés à la conservation de marchandises plus ou moins précieuses, il y a des quais couverts et découverts de 3 $^1/_2$ sagènes (7.45 mètres) de largeur et davantage servant de dépôts aux marchandises de moindre valeur et aux objets encombrants.

Enfin, pour les objets de peu de valeur qu'on dépose ordinairement sur le sol, on réserve dans l'enceinte des gares des superficies plus ou moins grandes, le plus souvent non pavées. En général, on s'en tient à la règle, qu'en moyenne il doit y avoir par station 57 sagènes courantes (121.41 mètres) de quais de marchandises et 17 sagènes carrées (76.5 mètres carrés) de planchers pour les magasins. Mais quelquefois l'affluence périodique des marchandises est si grande que cette surface est insuffisante pour les contenir toutes. Dans ce cas, si la marchandise excédante ne souffre pas d'être déposée directement sur le sol, on établit des planchers avec des pièces de bois couchées à terre et recouvertes de madriers, et on abrite le tout sous un toit temporaire ou sous des bâches.

Sur les lignes que construit actuellement l'État et celles qu'il a récemment achevées, la largeur des quais est au minimum de 3 $^1/_2$ sagènes (7.45 mètres); ils sont supportés par des rails ou des pieux enfoncés en terre, ou des piliers en moellon ou en brique, ou des murs en maçonnerie remblayés du côté de la voie seulement ou des deux côtés. En tout cas, les nouvelles lignes de l'État ne sont inaugurées qu'avec une super-

ficie de bâtiments strictement nécessaire à la conservation des marchandises, sauf à l'étendre ensuite au fur et à mesure des besoins réels.

Les plates-formes des quais de marchandises sont en planches, en asphalte ou pavées de galets. Du côté de la cour, on établit des routes pavées de 2 à 2 $^1/_2$ sagènes (4.26 à 5.30 mètres) de largeur pour les chariots.

Les petits quais et les halles sont disposés de telle manière qu'on puisse, en cas de besoin, les allonger sans toucher aux autres bâtiments des stations.

Les installations pour le transbordement de marchandises se bornent en Russie, ordinairement dans les grandes stations seulement, à un quai, qui, comme tout quai de marchandises, a sa plate-forme de niveau avec le plancher des wagons. Ces quais, ainsi que leurs abris, sont presque partout en bois et ce n'est qu'exceptionnellement qu'on en rencontre en maçonnerie, abrités par des toits métalliques.

Par suite des conditions spéciales où se fait, en Russie, le roulage et l'irrégularité avec laquelle les marchandises sont amenées aux stations, on prélève une taxe de un demi-copeck par poud (16.38 kilogrammes) de marchandises devant être mises à couvert. Cette taxe est spécialement destinée à couvrir les frais d'agrandissement des halles. Les sommes ainsi recueillies ne sont dépensées qu'avec l'autorisation du ministre des voies de communication.

3. — Bâtiments du service du matériel roulant et de la traction.

Remises a locomotives. — Les dépôts de locomotives sont presque partout en pierre. Comme les bâtiments de voyageurs, ils se distinguent par une grande variété de types. Il y a des remises de locomotives circulaires, semi-circulaires, en arc de cercle, et enfin, de formes rectangulaires très variées.

Lors de la construction du chemin de fer Nicolas, on établit aux stations de 1[re] et de 2[e] classe des dépôts de locomotives circulaires pour 20 machines chacune, avec de grands ateliers dans les premières, et de petits dans les secondes. De plus, les stations de 1[re] classe comprennent un bâtiment servant de magasin. Au centre de chaque rotonde se trouve une plaque tournante recouverte d'une coupole de 15 sagènes (31.95 mètres) de diamètre. Les dépôts des stations de première classe avec leurs ateliers ont coûté fort cher, aussi a-t-on choisi plus tard des types plus simples de remises à locomotives, pouvant contenir 8 machines et dont le prix de revient ne dépassait pas 3,000 à 4,000 roubles par locomotive.

Dans l'album annexé à l'*Aperçu*, on trouvera les différents types de remises à locomotives existant en Russie.

Le nombre des places réservées aux locomotives dans les remises est calculé, sur chaque ligne, d'après le nombre des machines qu'elle possède et l'intensité du mouvement pendant la période de l'année où il atteint son minimum. Sur les chemins de fer récemment construits par l'État et pour ceux qu'il est en train de construire, le nombre de places à prévoir est de 40 à 60 p. c. du nombre total de locomotives nécessaire pour satisfaire à la capacité de trafic prévue.

Les dépôts de locomotives doivent absolument pouvoir être chauffés, bien éclairés, aérés, drainés et avoir des prises d'eau pour remplir les chaudières et laver les locomotives. Le sol des remises est planchéié, dallé ou asphalté. Les toits sont recouverts de tôle de fer de 12 livres par archine carrée, ou d'autres substances incombustibles.

Il y a des postes spéciaux attenant aux dépôts pour les mécaniciens et les chauffeurs de service. Ordinairement, ces postes sont réunis aux bureaux des chefs de district de la traction et des chefs de dépôt; à cet effet, on construit de petites maisons comprenant des chambres de repos pour les mécaniciens et les chauffeurs, une salle à manger, un cabinet de lecture, une chambre de service, puis les bureaux des chefs de district ou de dépôt. L'album dont nous venons de parler contient, comme exemple, une maison de ce genre construite sur la ligne Nicolas.

Ateliers. — Toutes les grandes lignes possèdent des ateliers pour la réparation des locomotives et des wagons. Ils comprennent des forges, des fonderies, des chaudronneries, des ateliers de montage, d'ajustage, de menuiserie, mécaniques, de peinture et de tournage; cependant toutes les lignes ne possèdent pas de fonderies. Ces ateliers sont ordinairement disposés dans un ou deux points centraux; en outre, il y en a encore d'autres de moindre importance dans les stations de 1re classe.

Dans les premiers temps de l'établissement des chemins de fer en Russie, on se proposait évidemment de leur faire construire leur propre matériel roulant, parce qu'à cette époque l'industrie privée de la construction des locomotives et des wagons était peu développée même à l'étranger. C'est dans cette intention que l'État céda l'usine mécanique d'Alexandrovsk à la ligne Nicolas et celle du duc de Leuchtemberg au chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie (toutes deux situées à Saint-Pétersbourg), et que le chemin de Nijni-Novgorod construisit à Covrov de grands ateliers centraux. Cependant, la nouveauté de ce genre de travail nous inspira de la défiance en nos propres forces, et l'entretien du matériel roulant de la ligne Nicolas fut confié d'abord à l'Américain Wynants, puis à la maison française Cail et Cie, puis de nouveau à Wynants. Ce n'est qu'en 1869 que cette ligne s'en chargea elle-même. La ligne de Saint-Pétersbourg à Varsovie, après avoir reçu l'usine du duc de Leuchtemberg, ne s'en servit pas pour la construction ou les réparations de son matériel roulant; elle la transforma d'abord en usine à fabriquer des rails et construisit de nouveaux ateliers; la fabrication des rails a cessé en 1870. La ligne de Nijni-Novgorod se borna à la construction des wagons.

Actuellement, beaucoup de lignes ne se hasardent pas encore à construire des locomotives et trouvent plus avantageux de les acheter. Les grands ateliers qu'elles possèdent sont occupés à la réparation des locomotives et des wagons et quelquefois à la construction de ces derniers.

Ordinairement, les ateliers de machines et de wagons sont construits en moellon ou en brique et rarement en bois ou en fer; ils sont couverts de tôle de 12 livres ou d'autres matériaux incombustibles. Dans les ateliers de tournage, de menuiserie et de peinture, on admet des planchers en bois; dans les autres où l'on travaille au moyen du

feu, on ne fait pas de planchers du tout ou bien l'on recouvre le sol de matériaux incombustibles.

Les ateliers comportent ordinairement des hangars et des magasins pour la conservation des matériaux. Ils sont pour la plupart en bois et ne sont pas chauffés. Ce n'est que pour les matières de plus grande valeur, qui craignent l'humidité, qu'on installe des magasins pourvus d'appareils de chauffage. Les matériaux de peu de valeur et très volumineux sont d'habitude conservés dans des cours entourées de clôtures.

Les plus grands ateliers, après ceux des lignes que nous venons de citer, sont ceux des chemins de fer du Sud-Ouest à Kiev et à Odessa, et ceux du chemin de fer de Moscou-Koursk à Moscou et à Toula. Parmi les ateliers qui se distinguent par le soin apporté à la construction de leurs bâtiments, il faut citer ceux de Rybinsk, du chemin de Rybinsk-Bologoë; ils viennent d'être récemment remis à neuf et agrandis en prévision du prolongement probable, dans peu de temps, de la ligne jusqu'à Jaroslav et Pskov.

Remises a voitures. — Aux gares terminus et, quelquefois aussi, aux stations intermédiaires, il y a des remises pour abriter les voitures à voyageurs. Ces remises sont construites en brique, en brique et bois, ou même entièrement en bois, et elles ont une forme rectangulaire. Elles comportent souvent, entre les rails, des fosses pour permettre de visiter plus facilement le dessous des wagons. En général, le nombre des remises à wagons est relativement peu considérable et les voitures au repos stationnent pour la plupart à découvert sur les voies.

La plus grande remise et la mieux disposée est celle de 100 sagènes de longueur et à quatre voies, qui se trouve à la gare de Saint-Pétersbourg du chemin Nicolas.

Installations pour l'alimentation d'eau. — En Russie, on a surtout recours pour l'alimentation aux sources vives, c'est-à-dire aux lacs, rivières et ruisseaux, et l'on établit des barrages sur les cours d'eau peu profonds. A défaut de sources vives, on se sert de puits et, plus rarement, d'étangs. On a encore plus rarement recours à des puits artésiens, quoiqu'on ait déjà exécuté dans plusieurs occasions d'intéressants travaux pour l'établissement de pareils puits, par exemple à la gare de Moscou de la ligne Nicolas, aux stations de Mélitopol et Taganache du chemin de fer Lozovo-Sébastopol et à plusieurs gares du chemin de Djankoï-Théodosie.

Voici le débit d'eau fixé pour les stations des différentes classes : 25 sagènes cubiques (137.75 mètres cubes) pour celles de 1re classe, 18 sagènes cubiques (171.18 mètres cubes) pour celles de 2e classe, 12 sagènes cubiques (114 mètres cubes) pour celles de 3e classe, de 8 à 10 sagènes cubiques (76.080 mètres cubes) pour celles de 4e classe, 6 à 10 sagènes cubiques (57 à 95.100 mètres cubes) pour les demi-stations. C'est sur ces chiffres qu'on se base pour poser les conduites et établir les machines élévatoires de chaque station.

Sur les lignes que l'on construit maintenant, on calcule l'alimentation de façon qu'elle suffise à 14 trains par 24 heures, en prenant en même temps en considération la distance qui sépare les stations et le profil de la ligne. La quantité totale d'eau fournie par jour à toute une ligne est de 7 à 9 pieds cubiques par train-verste de parcours utile

de la locomotive. Quand la source donne suffisamment d'eau pour alimenter les machines de 28 trains, — nombre qui représente le maximum de capacité du trafic, — toute l'installation doit être faite en vue d'alimenter ce nombre de trains. Pour les manœuvres, les machines de réserve, les besoins des petits ateliers et du personnel qui habite dans les gares, on fixe la quantité d'eau à : 10 sagènes cubiques (9.51 mètres cubes) pour les stations avec dépôts principaux, à 3 sagènes cubiques (28.530 mètres cubes) pour celles qui ont des dépôts secondaires et à 1 sagène cubique (9.51 mètres cubes) pour les autres. Indépendamment de cela, on ajoute encore 10 sagènes cubiques (95.100 mètres cubes) par jour pour les grands ateliers.

Le réseau de la distribution d'eau se compose de conduites de 4 pouces de diamètre intérieur au minimum; ce diamètre atteint 8 pouces quand la consommation d'eau est très importante. En ce moment, sur le chemin de Livny, on fait des essais de distribution au moyen de conduites en argile émaillée.

Les châteaux d'eau sont en pierre ou en bois, l'emplacement de la machine et de la chaudière étant aussi en bois. Ils comprennent un logement pour le mécanicien et même, sur certaines lignes, pour le chauffeur.

Le bâtiment des pompes est établi à l'endroit de la prise d'eau et l'eau est refoulée dans un ou plusieurs réservoirs disposés en différents endroits de la gare, au moyen de machines à vapeur ou, exceptionnellement, de pompes à bras, quand l'alimentation a une importance insignifiante. On se sert aussi quelquefois, pour élever l'eau, de pulsomètres ou d'appareils actionnés par le vent.

Il y a encore d'autres exceptions. Certaines grandes stations puisent l'eau à deux sources différentes et possèdent alors deux bâtiments séparés avec machines et conduites distinctes. Il y a des stations situées à une si grande hauteur, qu'outre la machine élévatoire placée près de la source, on est obligé d'en disposer une autre, à peu près à mi-hauteur, entre la source et la station, avec un réservoir dans lequel on élève d'abord l'eau de la source pour la refouler de là dans celui de la gare. Enfin, il y a des stations où l'eau vient remplir naturellement les réservoirs par l'effet de sa propre pression sans le secours de machines. D'ailleurs, toutes ces exceptions sont peu nombreuses.

Les bacs ou réservoirs destinés à recevoir l'eau refoulée sont en tôle. Ils sont disposés soit dans des bâtiments séparés, soit dans les ateliers, soit dans les remises de locomotives. La contenance des bacs des stations de 1re et de 2e classe, est au moins de 8 sagènes cubiques (76 mètres cubes); celle des bacs de 3e et de 4e classe est de 4 sagènes cubiques (38 mètres cubes) au minimum, et aux demi-stations qui comportent une alimentation, elle n'est jamais inférieure à 1 sagène cubique (9.510 mètres cubes). Les bacs sont munis d'appareils à réchauffer l'eau pour l'empêcher de geler en hiver.

Les bâtiments d'alimentation isolés sont composés pour la plupart d'un rez-de-chaussée en pierre et d'un premier étage en bois réservé à l'emplacement des réservoirs et couvert en matériaux incombustibles. Dans les stations qui possèdent de grands dépôts ou des dépôts secondaires, on installe des bâtiments d'alimentation doubles, c'est-à-dire à deux réservoirs. La hauteur du fond du bac au-dessus des rails varie de 3 à 4 sagènes (6.39 à 8.52 mètres), suivant le diamètre des conduites amenant l'eau

aux grues hydrauliques. A chaque station où il y a une alimentation, il y a une ou deux grues hydrauliques et, dans les cours des grandes gares, le nombre nécessaire de robinets à incendie près des halles et des quais de marchandises.

Presque partout, les bâtiments d'alimentation sont munis d'une grue hydraulique pouvant tourner autour d'un axe vertical et servant à amener l'eau dans les locomotives. Mais, sur certaines lignes, on a admis comme règle d'établir les bâtiments d'alimentation à une certaine distance des voies des stations, autant que possible sur une élévation de terrain, et d'alimenter les tenders exclusivement au moyen de grues hydrauliques.

Les grues hydrauliques sont pour la plupart du type ordinaire, mais l'on a soin de prendre des précautions pour empêcher l'eau de geler dans la colonne.

L'alimentation des stations de 3e et de 4e classe du chemin de fer Nicolas présente certaines particularités. Les bâtiments d'alimentation sont complètement en pierre; il y en a deux par stations, disposés l'un en face de l'autre et séparés uniquement par les deux voies principales. Au premier étage se trouvent les réservoirs, au rez-de-chaussée le poste de service et les logements des employés inférieurs. Les trains, selon la direction d'où ils viennent, s'arrêtent devant l'un ou l'autre bâtiment et sont alimentés non au moyen d'une grue tournante, mais d'un tuyau mobile qui est logé à l'intérieur du bâtiment à l'étage supérieur et qu'on tire au dehors. Dans quelques-unes de ces stations où il n'y avait pas à l'origine de bâtiment spécial pour les voyageurs, on avait installé au rez-de-chaussée le télégraphe, les salles pour les voyageurs et les bureaux de la station. Dans les stations de 3e classe, l'un des bâtiments d'alimentation comprend une stalle pour la locomotive de service. Ces bâtiments étant placés au centre des stations, leur surveillance est facile; mais cette disposition est coûteuse, empêche la surveillance des manœuvres et gêne l'extension des stations dans le sens de la largeur.

Lorsqu'une station est située à proximité d'une ville abondamment pourvue d'eau, il arrive qu'elle soit alimentée par les conduites de la distribution; tel est le cas des gares de Saint-Pétersbourg des chemins de fer Nicolas, Saint-Pétersbourg-Varsovie et Tsarskoë-Sélo, qui payent de 4 à 6 copecks par 100 védros (1,230 litres).

4. — Bâtiments réservés aux magasins, aux dépôts du service de la voie, etc.

Bâtiments du service des magasins. — Ces magasins sont des sortes d'entrepôts, qui sont ordinairement concentrés à la gare où se trouve la direction de la ligne. Ils forment souvent un groupe de constructions à part, entouré de clôtures, et les cours qui les séparent servent aussi de dépôts aux matériaux. En outre, aux stations de 1re et de 2e classe, où se trouvent des ateliers, il existe un ou deux bâtiments du service des magasins, destinés à la conservation et à la livraison rapide aux différents services des matériaux dont ils ont besoin; mais ces bâtiments ont des dimensions peu importantes et calculées uniquement en vue de satisfaire aux besoins courants.

Les bâtiments des magasins se divisent en plusieurs catégories :

1° Bâtiments destinés à la conservation des marchandises de valeur et qui craignent l'humidité; ils sont ordinairement en pierre et quelquefois chauffés;

2° Bâtiments destinés aux marchandises qui ne redoutent ni le froid ni l'humidité; ils sont généralement en planches. Quelquefois leurs murs sont coupés, de distance en distance, par des piliers en maçonnerie;

3° Hangars et abris pour la conservation de matériaux craignant la mouille, mais ayant en même temps besoin d'être aérés;

4° Bâtiments destinés aux substances inflammables. Pour la conservation des matières inflammables on établit, à une certaine distance des autres bâtiments, des caves revêtues en bois ou en pierre avec ciel voûté ou formé de poutres en double T réunies par des petites voûtes. Ces caves sont recouvertes, à l'extérieur, d'une couche de terre gazonnée.

Parfois les matières inflammables sont conservées dans les caves des bâtiments en pierre de la première catégorie.

Tous les magasins sont couverts en matériaux incombustibles et leurs cours sont sillonnées de voies ferrées et de chemins pavés pour faciliter le transport des marchandises.

La disposition des dépôts de combustible varie avec la nature de celui-ci. Pour les combustibles solides, on ménage ordinairement des superficies planes asséchées par des rigoles.

Si les machines doivent s'approvisionner dans les dépôts mêmes, on pose des voies de manière à leur permettre d'y pénétrer. Il y a encore quelquefois des voies secondaires, par lesquelles on amène le combustible vers la voie principale dans des wagonnets à bras. Le bois, la tourbe et le charbon sont rangés en tas réguliers dont la hauteur dépasse rarement une sagène (2m13). Le naphte employé comme combustible est conservé dans des réservoirs ou des puits. Pour en remplir les machines, on dispose, à une certaine hauteur du sol, des réservoirs semblables aux réservoirs d'alimentation d'eau, et le combustible liquide est amené au moyen d'un robinet et d'un tuyau ordinaires.

Entrepôts centraux pour les pièces de rechange des wagons. — Conformément à la convention relative au transport direct des marchandises sans transbordement, tous les chemins de fer russes ont établi, à frais communs, des dépôts de pièces de rechange de wagons qu'on expédie à la première demande à n'importe quelle station. Ces dépôts sont établis aux points suivants : gare de Moscou de la ligne Nicolas, gare de Dvinsk de la ligne de Saint-Pétersbourg à Varsovie, gare de Brest de la ligne de Moscou-Brest, gare de Gomel de la ligne de Libau-Romny, gare de Kiev des chemins de fer du Sud-Ouest, gare de Griazy du chemin de fer d'Orel-Griazy et gare de Samara de la ligne d'Orenbourg. La surveillance technique de ces dépôts est confiée à la ligne sur laquelle ils se trouvent. Ils doivent leur origine à la diversité des types des wagons qui se fait sentir jusque dans les moindres détails, ainsi qu'à l'énorme étendue du réseau russe. Pour ces deux motifs, tout wagon avarié sur une ligne étrangère devrait être garé inutilement, pendant un temps considérable, s'il fallait attendre que le chemin de fer auquel il appartient eût expédié les pièces à changer.

Ces dépôts sont des bâtiments en pierre entourés de clôtures et disposés le long de la voie; ils sont munis des appareils indispensables au chargement et au déchargement,

Batiments du service de l'éclairage. — A cette catégorie se rapportent les usines à gaz et les bâtiments des machines pour l'éclairage électrique des grandes gares. Ces constructions ne présentent rien de remarquable.

Batiments des dépots du service de la voie. — Sur toutes les lignes, à côté des bureaux des chefs de circonscription du service de la voie, il y a des bâtiments spéciaux pour le dépôt des instruments nécessaires à l'entretien de la voie et des réserves des accessoires de la voie. Ces bâtiments sont, pour la plupart, en bois et de construction très simple.

Pour les travaux neufs et d'entretien, il y a sur chaque circonscription une forge et des ateliers de menuiserie et de serrurerie. Les travaux que l'on y exécute étant toujours très restreints, les bâtiments qui leur sont réservés sont généralement de petite dimension. Le plus souvent, la forge et l'atelier de serrurerie sont installés dans un bâtiment séparé divisé en deux pièces; parfois on réserve un bâtiment distinct pour la forge et on installe les autres ateliers dans divers bâtiments des stations. Cependant, les incendies occasionnés par la présence d'ateliers de menuiserie dans les maisons d'habitation ont fait renoncer beaucoup de lignes à cette disposition et les ont forcées de recourir à la construction d'ateliers spéciaux.

De 1860 à 1880, les vieux rails et les accessoires hors d'usage ne trouvaient pas un écoulement suffisant et leur valeur était si minime que les chemins de fer trouvaient avantage à les utiliser dans les constructions. On se servit de rails pour les combles, les escaliers, les quais de voyageurs et de marchandises, les clôtures, etc. Sur certaines lignes du Midi, on fit même des palissades avec de longues éclisses plates ou des tubes à fumée hors d'usage. Ces travaux furent exécutés non seulement dans les ateliers du service du matériel roulant et de la traction, mais aussi dans ceux du service de la voie, ce qui exigea pour ces derniers des aménagements considérables.

Les aiguilles et les croisements sont commandés ordinairement aux usines privées; cependant, le chemin de fer Nicolas et celui de Saint-Pétersbourg à Varsovie les font faire dans leurs ateliers du service de la traction.

Sur la ligne Nicolas, les ateliers du service de la voie, établis à Saint-Pétersbourg sur le canal de Ceinture, sont même si bien montés qu'on a pu y exécuter, pour le service du chemin de fer, un grand nombre de ponts en fer qui ont coûté beaucoup moins cher que s'ils avaient été commandés à l'industrie privée. Ces ateliers sont installés dans les bâtiments d'une usine fermée à la suite de la faillite de son propriétaire; ils ont un caractère provisoire.

Aux ateliers du service de la voie se rattachent les chantiers fixes ou mobiles pour la préparation des traverses. Les premiers sont toujours en pierre, les secondes se composent de wagons spécialement aménagés. On trouve des usines fixes sur les lignes suivantes: Nicolas, Nijni-Novgorod, Moscou-Koursk, Riazane-Kozlov, Kozlov-Voronége-Rostov, Catherine, Transcaucase, Riazane-Oural et Sud-Ouest. On y emploie généralement le système Bethel au chlorure de zinc. Les chantiers mobiles appartiennent : deux aux chemins de fer Vladicaucase et de Lozovo-Sébastopol, et trois autres à des particuliers.

Batiments pour les accessoires des transports militaires. — Il y a sur toutes les

lignes des dépôts de ce qu'on appelle les accessoires militaires des wagons, servant à aménager les wagons de marchandises pour le transport des troupes et, par exception, pour celui des voyageurs de 4e classe. Ces dépôts sont installés le plus souvent dans des bâtiments ou des parties de bâtiments inoccupés, comme, par exemple, dans les remises de locomotives dépendant des stations de 3e classe, dans les stalles de réserve des rotondes des stations de 1re et de 2e classe, dans les remises à wagons de réserve, etc. A certains points de bifurcation du réseau, il y a des groupes de bâtiments en bois ou en brique, qui sont confiés aux soins de l'administration technique des lignes et qu'on appelle points de ravitaillement. Ils comprennent une série de réfectoires, une cuisine, un corps de garde, des latrines, et même quelquefois des maisons pour le chef et ses hommes.

5. — Maisons d'habitation et constructions diverses.

Considérations générales. — Il est très difficile de passer en revue toutes les constructions qui rentrent dans ce paragraphe en dehors des maisons d'habitation. En voici quelques-unes : les églises, les chapelles, les maisons comprenant les différents services de la direction des lignes, les écoles, les infirmeries, les caves, les bains, les buanderies, les dépôts de pompes à incendie, etc. Ces constructions sont d'un caractère si général, que leur description est superflue dans cet *Aperçu*, quoiqu'elle puisse présenter un grand intérêt. Il est pourtant indispensable de faire observer trois choses : 1° Sauf les caves, les bains, les buanderies et différents autres communs des maisons d'habitation, toutes les autres constructions se rapportant à ce paragraphe ne se rencontrent, bien entendu, sur chaque ligne qu'en nombre restreint, et quelques-unes même, telles que églises, maisons de la direction et dépôts de pompes à feu, ne se rencontrent pas sur toutes les lignes; 2° l'installation régulière de maisons de bains et de buanderies auprès des gares des chemins de fer russes ne date pas de longtemps; elle a été décidée autant dans l'intérêt de l'hygiène que dans celui de la conservation des autres bâtiments, et est due à l'initiative de l'ancien ministre des voies de communication, M. l'aide de camp général Possiet, et 3° en bâtissant les bâtiments des stations, on observe, par rapport à leur construction et à leur sécurité au point de vue des incendies, toutes les règles prescrites pour les maisons de ville, c'est-à-dire qu'on ne leur donne pas plus de 12 sagènes de longueur, qu'on les espace de 4 sagènes au moins, quand elles sont en bois (les maisons en brique ont des murs de séparation de 12 en 12 sagènes), et qu'elles doivent avoir deux cages d'escalier. Les poêles et les tuyaux de cheminée doivent être séparés des murs par une couche de maçonnerie de 26 centimètres d'épaisseur. Enfin, on place les fondations de ces maisons à une profondeur d'au moins 0.66 sagène (1.40 mètre) eu égard à ce que la terre gèle jusqu'à cette profondeur. Pour les bâtiments très élevés, la profondeur des fondations atteint souvent plus d'une sagène (2.13 mètres).

Maisons d'habitation. — Eu égard à la rareté de la population des contrées que traversent la plupart de nos chemins de fer, la question des maisons d'habitation était d'une importance capitale lors de la construction de nos premières lignes. A cette époque,

les employés des chemins de fer ne trouvaient que très rarement l'occasion de se loger dans les villages à proximité des lignes, de sorte que la plupart recevaient des logements dans les bâtiments élevés près des stations. Cependant, la question des logements ne peut pas être considérée comme résolue, même à l'heure qu'il est.

Habituellement, dans les premières années de l'existence d'un chemin de fer, son activité est restreinte et par suite son personnel peu nombreux; c'est pourquoi, au moment de l'établissement d'une ligne, le nombre des maisons d'habitation à construire n'est pas grand. Mais avec le temps, le trafic se développant, le personnel augmente, ainsi que le nombre des familles à loger, et on est obligé de bâtir de nouvelles maisons. Pendant un certain temps, on a essayé d'éviter de nouveaux frais en logeant les agents plus à l'étroit dans les maisons déjà construites. Mais cette mesure, comme on devait s'y attendre, n'eut pas de succès; la transformation des anciens logements en appartements plus petits n'était pas toujours en harmonie avec le plan de la maison, coûtait souvent plus cher que la construction d'un nouveau bâtiment et nuisait à la solidité. Ensuite on construisit d'énormes corps de bâtiments à plusieurs étages aux principales stations où il y a un très grand nombre d'agents, croyant réaliser de grandes économies, grâce à ce système. Mais, nonobstant le bas prix des terrains acquis pour ces grandes maisons d'habitation, elles ne produisirent pas une grande économie; par contre, elles valent beaucoup moins que les petites sous le rapport sanitaire.

Ainsi, après plusieurs essais, on fut forcé d'en revenir aux maisons se composant d'un rez-de-chaussée seulement ou d'un étage en plus, et de distribuer les chambres de manière à pouvoir, à un moment donné, réunir plusieurs petits logements en un seul grand, ou, au contraire, convertir un grand appartement en plusieurs petits.

Il convient encore de remarquer qu'il est arrivé que la répartition des maisons d'habitation dans les différentes stations, faite au moment de la construction des lignes, n'a nullement répondu aux besoins réels de l'exploitation. Il en est résulté que des agents du même grade ont reçu des logements de grandeur différente dans les diverses stations; dans les unes on leur en donnait de spacieux et dans d'autres de petits, ce qui était injuste et entraînait de nouvelles dépenses de reconstruction.

Comme tous les autres bâtiments, les maisons d'habitation se construisent pour la plupart en bois dans le nord et le centre de la Russie, et en brique ou en pierre du pays dans le midi. Les maisons d'habitation, aussi bien que les autres bâtiments des stations russes, présentent cette particularité qu'elles sont construites en vue de résister aux froids intenses de notre rigoureux hiver et sont plus chaudes que celles de l'étranger. Les murs des maisons en charpente se composent de pièces de bois de 25 centimètres d'épaisseur en moyenne, revêtues extérieurement de planches ou de brique. A l'intérieur, elles sont tapissées de feutre et plâtrées ensuite. Les murs en brique n'ont pas moins de 70 centimètres d'épaisseur et ceux en moellon n'ont pas moins de 1.06 mètre. Les croisées sont partout doubles et sont fermées hermétiquement en hiver. Pour chaque volume d'air de 15 à 40 sagènes cubes à chauffer, on établit un poêle consommant $^1/_6$ de sagène cubique de bois. Les fondations de presque tous les bâtiments sont en maçonnerie. Les planchers et les plafonds sont doubles, garnis de

feutre recouvert d'un enduit d'argile et de chaux, le tout représentant une épaisseur de 8 centimètres. Les toits sont couverts en tôle de fer de 10 livres par archine carrée, en tuile, en carton imperméable ou en bardeaux. La hauteur de plafond des pièces dans les maisons d'habitation varie de 3 à 3.50 mètres. Dans le Midi, les maisons sont entourées de terrasses de 1 à 1 $^1/_2$ sagène de largeur, sous toit. Dans les pièces réservées aux ouvriers, les murs sont blanchis à la chaux; dans celles des employés, ils sont peints à la colle ou tapissés au moyen de papiers peints.

A côté des maisons d'habitation, il y a toujours des latrines, des hangars, des caves et des glacières.

A chaque sagène de superficie intérieure des maisons correspond une superficie de 0.20 sagène de communs.

Sur toutes les lignes de construction récente, les maisons d'habitation sont établies sur fondations en maçonnerie. La surface totale des maisons d'habitation d'un chemin de fer est au minimum de 5 à 6 sagènes carrées (22 à 27 mètres carrés) par verste, sans compter les bains, les buanderies, les logements des mécaniciens dans les bâtiments d'alimentation, mais y compris les maisons des gardiens dans les cours de marchandises et près des dépôts de charbon et de bois qui ont 6 sagènes de superficie intérieure (27 mètres carrés) chacun.

En déterminant les surfaces des maisons d'habitation, on a toujours veillé que les employés, dont les fonctions exigent la présence continuelle sur la ligne, puissent se caser dans ces maisons, s'ils ne trouvent pas moyen de se loger à proximité.

Ce principe n'a, cependant, pas été strictement observé pendant la construction d'un grand nombre de chemins de fer; d'ailleurs, le nombre même des agents qui devaient se trouver constamment à la station était beaucoup plus grand que maintenant. Les données ci-après, se rapportant aux chemins de l'État, montre avec quelle prudence toujours croissante on a procédé aux dépenses relatives aux maisons d'habitation sur les lignes construites dans les derniers temps. Cette série représente le nombre moyen de sagènes carrées des maisons d'habitation par verste de ligne :

	Sagènes carrées.		Sagènes carrées.
Ligne Catherine	11.67	Ligne Baranovitchi-Biélostok	6.92
— Kharkov-Nicolaïev	10.26	— du Narév	6.06
— Tambov-Saratov	10.04	— Pskov-Riga	6.00
— Écathérinbourg-Tioumène	8.31	— Oussouri	6.00
— Gomel-Briansk, Sedlietz-Malkine et Brest-Kholm.	7.00	— Djankoï-Théodosie	5.55
— Oufa-Zlatooust	7.00	— Zlatooust-Tchéliabinsk	5.00

Les lignes sont disposées par ordre chronologique à quelques exceptions près. Ainsi, le chemin de fer Catherine a été construit après celui de Kharkov-Nicolaïev et de Tambov-Saratov, celui d'Oufa-Zlatoouste après les lignes de Baranovitchi-Biélostok et de Pskov-Riga, et celles de Djankoï-Théodosie et de Zlatooust-Tchéliabinsk viennent d'être livrées à l'exploitation, tandis que les chemins du Narev et de l'Oussouri sont encore en voie de construction.

Colonies d'employés. — Le principe, cité plus haut, sur lequel est basée la répartition des logements entre les agents, veut que tous ceux qui ne sont pas tenus d'être constamment présents à la gare, louent des appartements au dehors. Mais, eu égard à ce qu'il n'y a pas toujours assez de logements privés disponibles à proximité des stations, certaines lignes ont eu l'idée de bâtir des maisons aussi pour les employés qui ne sont pas astreints à rester en permanence aux stations et de leur y louer des appartements. Certains chemins de fer ont construit, à cet effet, des maisons ordinaires à un ou deux étages, tandis que d'autres ont bâti des colonies entières de maisons formées seulement d'un rez-de-chaussée et aménagées pour plusieurs familles ayant chacune un jardin potager et d'autres commodités. Comme exemple, nous citerons les colonies des stations de Lioubotine et Znamenka, du chemin de Kharkov-Nicolaïev, où sont logés un grand nombre de brigades de chauffeurs et de gardes-trains, parce qu'à la station de Lioubotine se croisent les lignes de Poltava, Vorojba, Kharkov et Méréfa, et qu'à Znamenka aboutissent les lignes d'Élisavetgrade, Fastov, Krementchoug et Dolinskaïa. A Lioubotine, on a organisé une colonie de gardes-trains et à Znamenka une colonie pour les mécaniciens et chauffeurs.

A la station de Lioubotine, par exemple, on a bâti 20 maisons pour gardes-trains, comprenant trois logements chacune, dont un pour le chef-garde de 8.96 sagènes carrées (41.41 mètres carrés) de superficie, un pour le garde principal de 6 sagènes carrées (27.06 mètres carrés) et un pour le garde ordinaire de 4 sagènes carrées (18.04 mètres carrés); tous ont des poêles ou des fourneaux de cuisine. Ces maisons, construites d'après le type local le plus simple, ont coûté 74 roubles la sagène carrée de superficie.

Presque au centre de la colonie, on a creusé un puits et établi une citerne avec un moteur à vent pour l'alimentation.

Le logement comprend le chauffage et le droit de profiter du potager; le loyer est récupéré au moyen d'une retenue de $^1/_5$ du traitement.

Ces colonies sont régies par le règlement suivant :

§ 1er. — Il est délivré contre reçu, à chaque chef-garde, un exemplaire du règlement concernant les obligations des locataires et la responsabilité des employés qui habitent des maisons de l'État.

§ 2. — Chacune des maisons construites pour les brigades de garde est destinée à une brigade complète composée d'un chef-garde, d'un garde principal et d'un garde ordinaire; remise en est faite au chef-garde d'après un procès-verbal dressé dans la forme indiquée par le règlement concernant les logements, et toute la brigade est responsable de l'enlèvement ou de la détérioration des parties accessoires, des portes, des fenêtres et des poêles, ainsi que du maintien de la propreté et de l'ordre dans les logements, les communs et les cours qui en dépendent. Les gardes doivent soigner les arbres, remplacer ceux qui périssent, et cultiver avec soin les terrains qui leur sont assignés comme potagers. Le chef-garde est personnellement responsable dans le cas où l'ordre, la propreté et le bon état d'entretien laisseraient à désirer; aussi est-il tenu de porter toutes les infractions à la connaissance du chef de service compétent, en lui désignant les coupables s'il y a lieu.

§ 3. — Les gardes sont tenus de recrépir et de blanchir à leurs frais, au moins deux fois l'an, les murs tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

§ 4. — Dans le cas de licenciement ou de déplacement d'un garde, le logement qu'il occupait est visité en sa présence par les agents du service de la voie et le chef-garde de sa brigade, qui dressent procès-verbal des détériorations constatées; la valeur de celles-ci est retenue sur les appointements de l'intéressé.

§ 5. — Le potager affecté à l'usage de l'employé licencié est remis, tel qu'il est ensemencé, de gré à gré, à celui qui prend sa place, ou à un autre garde de la même brigade; mais si l'accord ne vient pas à s'établir, les contestations sont tranchées par le chef de section de concert avec le sous-chef de section et un des agents de la gare, au choix des parties.

§ 6. — On délivre par dix brigades : en été, d'avril à septembre, 3 sagènes cubiques (28.8 mètres cubes), et en hiver, d'octobre à mars, 8 sagènes cubiques (76.8 mètres cubes) de bois de chauffage par mois. Ce bois est délivré tous les trois mois, ou plus souvent, par le chef de l'entrepôt, sur la demande du chef de section ou de distance, à un des chefs-gardes désigné par ce dernier à charge d'en effectuer la répartition entre toutes les autres brigades.

§ 7. — Si un bâtiment est mal tenu, le chef de section chargé de le visiter le fait remettre en bon état et fait payer les réparations par tous les habitants de l'immeuble, proportionnellement aux appointements de chacun d'eux. Si le chef de section remarque qu'un des agents se distingue des autres par la mauvaise tenue de son logement, il soumet au directeur de la ligne une proposition d'amende; en cas de récidive, l'agent peut être privé de son logement pendant un temps déterminé.

Latrines. — Actuellement, dans les grandes gares, les latrines sont généralement des cabinets à l'anglaise; les immondices mélangées d'eau se rendent dans des fosses revêtues en bois ou en béton, dont la contenance varie de 1 sagène (9.606 mètres) à 1 $^1/_2$ sagène cubique (14.400 mètres cubes).

Autrefois, les urinoirs étaient des goulottes de cuivre ou de zinc; ce sont maintenant des cuvettes ou des coquilles en faïence avec écoulement d'eau.

Dans les petites stations, les cabinets d'aisance sont installés dans des chalets séparés, à proximité des quais, et comprennent un côté pour hommes et un côté pour dames. Ces chalets n'ont pas, d'habitude, de poêles ni d'eau. Les urinoirs sont des goulottes en bois (avec écoulement dans des fosses).

La vidange se fait dans de simples tonneaux, qui rarement sont à fermeture hermétique; elle est donnée à l'entreprise. Sur certaines lignes, les entrepreneurs sont tenus de vider les fosses un nombre déterminé de fois par an ou par mois; sur d'autres, ils sont seulement obligés de ne jamais laisser les fosses trop remplies.

Comme désinfectant, on emploie une solution à 2 p. c. d'acide phénique ou une solution de sublimé corrosif. Sur certains chemins (Poléssié, Kharkov-Nicolaïev, Nijni-Novgorod), les matières fécales qui ne proviennent pas de cabinets à l'anglaise sont recouvertes de mousse ou de tourbe dans les fosses.

Les restes de cuisine et les autres ordures provenant des maisons d'habitation sont transportés dans des bacs en bois. Au fur et à mesure qu'ils se remplissent, on les vide en arrosant leur contenu d'une solution d'acide phénique ou de sublimé corrosif.

Toutes les immondices des fosses d'aisance et des bacs à ordures sont emportées et vidées, au delà du rayon habité, dans les champs. En temps d'épidémie, on les enfouit dans la terre.

Sur les lignes de Finlande, un règlement oblige de recouvrir de tourbe et d'enlever tous les jours toutes les ordures et les matières fécales humaines des stations.

Actuellement, on apporte une attention toute particulière à l'état sanitaire des stations, et des dispositions ont été prises pour remplacer dans les grandes stations les fosses

des water-closets par des appareils système Nadéine. Il est aussi question d'obliger à recouvrir de tourbe, de terre ou de chaux, dans les lieux d'aisance ordinaires, les ordures et les matières fécales après les avoir séparées des matières liquides.

Le système Nadéine consiste à amener l'eau mélangée de matières fécales dans un séparateur, d'où les matières consistantes sont précipitées dans une caisse de moyenne grandeur, doublée de plomb; l'eau s'échappe par une goulotte. On suppose que l'eau ainsi séparée, étant peu contaminée, peut être déversée dans les rivières ou les fossés, ou bien encore recueillie dans des tonneaux et épandue dans les terres labourées.

Un appareil automatique sert à répandre de la tourbe, de la terre ou de la chaux sur les immondices; il est mis en mouvement au moyen de l'eau séparée, qui se rend par la goulotte dans un seau dont le fond est à clapet; ce seau est suspendu à un levier d'environ 1.50 mètre de longueur qui porte un contrepoids à l'autre extrémité et est fixé à l'axe d'un tambour; celui-ci sert de fond mobile à la caisse qui contient la tourbe ou les autres matières destinées à être répandues sur les immondices. Le fonctionnement automatique de cet appareil est facile à comprendre. Le poids de l'eau qui vient remplir le seau fait tourner le tambour, qui laisse tomber son contenu dans la caisse, et l'eau s'échappe ensuite du seau. Le clapet du fond s'ouvre au moyen d'une chaîne, qui est fixée par son autre extrémité au mur et qui se tend quand le seau descend; une fois vidé, le seau est ramené dans sa position primitive, au-dessus de la goulotte, par le contrepoids fixé à l'autre extrémité du levier.

On espère que l'installation des appareils Nadéine, au lieu de simples fosses, permettra d'empêcher les miasmes des égouts de pénétrer dans les maisons. On peut enlever plusieurs fois par jour les matières fécales recouvertes de tourbe et les brûler, ce qui est très important en temps d'épidémie. L'eau séparée entraîne les gaz et les conduit au dehors par une cheminée d'aérage.

Pour empêcher la décomposition des urines dans les urinoirs, on se propose d'installer des siphons intermittants du système Nadéine. L'eau qui arrive en petite quantité par un robinet, ne laissant passer qu'un mince filet, monte dans la goulotte jusqu'à l'extrémité supérieure du siphon. Celui-ci, qui est de grand diamètre, fonctionne alors, lave les parois de la goulotte et emporte l'urine. En même temps, l'air entraîné par le filet d'eau diminue la mauvaise odeur de l'urine.

6. — Dépense annuelle de l'entretien.

En général, les bâtiments des chemins de fer exigent une dépense d'entretien beaucoup plus considérable que les maisons privées habitées par des locataires. La cause en est, pour quelques-uns, leur éparpillement le long de la ligne, pour d'autres, le nombreux public qui les fréquente. A cela, il faut ajouter encore que les locataires des maisons de chemins de fer sont beaucoup moins soigneux de leurs logements que de maisons particulières et que les directions de chemins de fer ne peuvent pas toujours se mettre, vis-à-vis de leurs agents, sur le pied d'un propriétaire vis-à-vis de ses locataires.

D'après les données des comptes rendus de 1890, la dépense moyenne de l'entretien

des bâtiments par verste, pour 47 lignes et 26.558 verstes de parcours, peut être exprimée de la façon suivante :

1° Entretien des casernes de la ligne et des maisons de gardiens avec toutes leurs dépendances :

Minimum (Pskov-Riga)	3.39	roubles.
Maximum (ligne Nicolas)	151.15	—
Moyenne pour les 47 chemins.	49 »	—

2° Entretien des bâtiments des voyageurs et à marchandises, avec dépendances :

Minimum (Pskov-Riga)	1.01	rouble.
Maximum (ligne Nicolas)	253.53	—
Moyenne pour les 47 chemins	70.48	—

3° Entretien des bâtiments de la traction :

Minimum (Pskov-Riga).	2.73	roubles.
Maximum (ligne Nicolas)	179.53	—
Moyenne pour les 47 chemins.	36.91	—

4° Entretien des bâtiments de l'économat, y compris les guérites des gardiens, des aiguilleurs et celles de la manœuvre centrale des aiguilles :

Minimum (ligne de Mourom)	0.23	rouble.
Maximum (ligne Nicolas)	24.90	—
Moyenne pour les 47 chemins.	7.58	—

5° Entretien des maisons d'habitation et autres bâtiments qui ne sont pas compris dans les subdivisions ci-dessus :

Minimum (Pskov-Riga)	4.59	roubles.
Maximum (ligne Nicolas)	284.77	—
Moyenne pour les 47 chemins	66.17	—

Les chiffres les plus bas se rapportent toujours aux lignes neuves ou à celles qui ont le plus de bâtiments en pierre, et les chiffres les plus élevés, aux anciennes lignes et à celles où prédominent les constructions en bois.

La dépense moyenne des cinq catégories que nous venons de citer est de 49.00 + 70.48 + 36.91 + 7.58 + 66.17 = 230 r. 14 c. par verste de ligne pour les 47 chemins, soit en tout 6,112.058 r. 12 c.

Pour conclure, nous pouvons dire qu'on n'est pas encore arrivé à se rendre un compte exact du rapport entre la dépense de l'entretien annuel de tous ces bâtiments et leur prix de premier établissement. Une seule chose est certaine, c'est que cette dépense augmente avec l'âge des bâtiments; on admet qu'en moyenne elle peut être évaluée, pour les bâtiments en bois, à 5 p. c., et pour ceux en pierre, à 2 p. c. du prix de premier établissement.

CHAPITRE VI

Organisation du service de la voie et des bâtiments.

Considérations générales.

DÉPENSES GÉNÉRALES DU SERVICE. — Les frais d'entretien de ce service, en y comprenant toutes les dépenses qui s'y rapportent, pour la période de 1880 à 1890, sont résumés dans le tableau suivant :

Chemins de fer de l'État et privés, sauf les lignes Transcaspienne et de Finlande.	Longueur exploitée des lignes livrées au service public à la fin de 1890 (1).	DÉPENSES RELATIVES AU SERVICE DE LA VOIE ET DES BATIMENTS.			
		Totales.	Par verste de ligne.	Par train-verste.	Par rapport aux dépenses totales de la ligne.
		Roubles.	Roubles.	Copecks.	P. C.
1890.	(26,679) 27,238	44,383,078.37	1,663.60	35 8	25.8
1889.	(26,314) 26,554	43,408,922.24	1,649.65	35.5	25.7
1888.	(25,574) 26,133	42,679,731.45	1,668.88	35.4	26.7
1887.	(24,780) 25,367	37,761,675.05	1,523.88	34.2	26.2
1886.	(24,295) 24,508	38,775,342.11	1,596.84	38.3	27.5
1885.	(23,535) 24,041	36,931,918.77	1,569.23	35.8	26.1
1884.	(22,507) 23,039	39,032,819.40	1,734.24	38.3	27.2
1883.	(21,901) 22,215	40,752,664.30	1,860.77	39.6	27.6
1882.	(21,321) 21,593	41,122,895.62	1,928.75	42.4	28.4
1881.	(21,231) 21,262	43,316,702.49	2,040.26	47.5	29.9
1880.	(21,126) 21,226	49,620,345.04	2,349.25	53.3	32.7

(1) Les chiffres entre parenthèses indiquent la longueur moyenne exploitée.

On voit, d'après ce tableau, que les dépenses totales ont subi des fluctuations en sens inverse d'une année à l'autre. C'est en 1880 que leur chiffre a été le plus élevé et en 1885 qu'il a été le plus faible. La dépense minimum par verste de ligne et par train-verste se rapporte à l'année 1887; quant au rapport des dépenses du service de la voie aux

dépenses totales de l'exploitation, il a été minimum en 1889 pour augmenter un peu la dernière année, en 1890. On a pu constater, en Russie comme à l'étranger, dans quelle faible mesure la dépense de l'entretien dépend de l'importance du mouvement, même pour l'ensemble du réseau. Pour se convaincre de l'exactitude de ce fait, il suffit de comparer les dépenses moyennes par verste de ligne du tableau précédent aux nombres moyens de train-verstes indiqués au tableau qui suit. On verra que leurs maximums respectifs ne correspondent pas aux mêmes années et qu'il n'existe aucune relation entre les variations des unes et des autres.

Chemins de fer de l'État et privés, sauf les lignes Transcaspienne et du grand-duché de Finlande.	TRAINS DE TOUTE NATURE.		NOMBRE MOYEN DE TRAIN-VERSTES PAR VERSTE DE LIGNE ET PAR JOUR.					RAPPORT EXPRIMÉ EN P. C. DU PARCOURS DE TOUS LES TRAINS AU PARCOURS DES TRAINS			
	Nombre de trains.	Train-verstes.	Marchandises et voyageurs.		Trains militaires.	Trains de service.	Nombre total des trains.	de marchandises et de voyageurs.		militaires.	de service.
			Grande et moyenne vitesses.	Petite vitesse.				Grande et moyenne vitesses.	Petite vitesse.		
1890	1,181,434	123,996,303	4.39	7.88	0.10	0.54	12.91	33.96	61.04	0.81	4.19
1889	1,136,296	122,260,551	4.17	9.13	0.08	0.51	12.80	32 37	63.17	0.64	3.94
1888	1,104,466	120,366,542	4.12	8.40	0.10	0.45	13.07	31.49	64.29	0.79	3.44
1887	918,428	110,302,841	4.14	7.70	0.08	0.44	12.36	33.51	62.33	0.62	3.64
1886	848,426	101,101,534	4.18	6.84	0.09	0.45	11.56	36.18	59.14	0.79	3 89
1885	836,820	103,074,889	4.30	7.35	0.08	0.44	12.17	35 32	60.42	0.65	3.61
1884	783,751	101,807,305	4.39	7.65	0.08	0.34	12.56	34.93	60.85	0.63	3.50
1883	758,908	102,537,334	4.50	7.94	0.09	0.46	12.99	34.64	61.11	0.71	3.54
1882	714,964	97,034,998	4.63	7.29	0.07	0.47	12.46	37.13	58.47	0.62	3.78
1881	683,882	93,365,346	4.58	7.87	0.09	0.51	12.05	37.99	57.05	0.72	4.24
1880	585,000 (19.095. v)	93,023,792	4.59	7.78	0.23	0.57	12.17	...	...	...	...

Certains chapitres seulement des dépenses de l'entretien de la voie et des bâtiments peuvent être considérés comme une fonction de l'importance du mouvement : ces dépenses dépendent avant tout de la longueur de la ligne et du mode de réfection, d'entretien et de surveillance de la voie et des bâtiments. Il convient encore de remarquer qu'une distinction rigoureuse entre les dépenses relatives aux travaux neufs de l'exploitation et aux travaux d'entretien proprement dits n'a été établie que depuis quelques années. Suivant le nouveau *mode de classement officiel des dépenses* de ce service, on ne considère comme dépenses flottantes que celles qui sont relatives à l'entretien des rails et des attaches; ces dépenses sont rapportées au nombre brut de poud-verstes, mais acceptées seulement en tant que l'État consente à ce que les sommes afférentes soient versées au fonds de renouvellement. Le dernier tableau permet de calculer approximativement le nombre brut annuel de poud-verstes.

Pour arriver à une diminution des frais d'entretien du service de la voie et des bâtiments, on a eu recours, non seulement à une surveillance attentive des travaux, mais

l'on a aussi appliqué différents perfectionnements techniques aux diverses parties de la voie et des bâtiments. On a également intéressé les agents à la réduction des dépenses, en adoptant le système des primes sur les chemins de fer de l'État, par dérogation aux règles traditionnelles de l'Administration.

Principaux règlements et instructions. — Pendant les premières années de l'existence des chemins de fer en Russie, les conseils d'administration des Compagnies agissaient avec assez d'indépendance, en vertu des lois existantes. Ils s'en tenaient pour la plupart aux règles adoptées sur les chemins étrangers ou en rédigeaient eux-mêmes et les appliquaient de leur propre autorité. A cette époque, le Ministère des voies de communication, fort occupé par la construction du réseau, n'entrait guère dans les détails de l'administration des voies ferrées. Mais vers 1875, lorsque la construction des lignes se ralentit un peu, le ministère se mit à étudier de plus près les questions d'administration et, depuis lors, il dirige tous les actes des directions centrales et de l'exploitation des chemins de fer. En 1874, il fit promulguer une loi contenant les *Règles concernant la surveillance, l'entretien et la réfection des voies ferrées*. Ces *Règles* contiennent les instructions générales concernant le service de la voie; elles déterminent les limites des différentes sections confiées à la surveillance de chaque agent, la nomenclature de tous les emplois de ce service, les aptitudes que doivent avoir les employés, leur mode de recrutement et de licenciement et l'organisation du service. Elles comprennent les instructions concernant tous les agents, la garde des passages à niveau, les visites de la voie, la protection et l'entretien des ponts, la garde des stations, les embranchements, l'emploi de wagonnets de service et des draisines.

Ces règles ont eu force de loi jusqu'en 1883. A cette époque, elles ont été revisées et modifiées suivant les exigences de la pratique, puis rééditées sous leur forme actuelle.

Les règles dont il s'agit ainsi que les autres circulaires du Ministère des voies de communication, ayant eu pour effet d'introduire l'uniformité sur toutes les lignes, ont indubitablement été très utiles, par le seul fait qu'elles permettent aujourd'hui de se rendre compte des avantages et des imperfections du système adopté, plus facilement qu'autrefois lorsque chaque chemin de fer avait son organisation à part. De plus, en réglementant la direction du service de la voie, elles ont beaucoup contribué à la sécurité de la circulation parce qu'elles avaient force de loi. D'ailleurs, la discussion reste toujours ouverte au sujet de ces règles, dont l'amélioration est portée tous les ans à l'ordre du jour des conférences consultatives annuelles des chemins de fer. (Voir annexe 4.) Les imperfections constatées pendant ces réunions et celles qui ont été indiquées par la pratique doivent fournir la matière d'une nouvelle revision à laquelle on travaille déjà.

1. — Organisation du personnel.

Telle qu'elle est faite, la répartition du travail du personnel du service de la voie et des bâtiments répond aux exigences des différentes administrations de l'État chargées du contrôle.

Les *Règles concernant l'entretien et la surveillance des voies ferrées à traction de vapeur d'intérêt général*, publiées en 1893 et mentionnées plus haut, prévoient en détail la composition du personnel du service de la voie et des bâtiments, c'est-à-dire le titre et les attributions fixes des divers emplois, déterminent les heures de travail et de repos et fixent le maximum de durée du service journalier.

Degré d'instruction et qualifications des agents. — Les arrêtés relatifs à ce sujet et insérés au règlement de 1893 se résument comme suit :

§ 16. — Les chefs de service de la voie et des bâtiments, ainsi que leurs adjoints, ne peuvent être que des personnes ayant reçu une instruction technique supérieure comme ingénieurs constructeurs et ayant l'expérience des travaux d'entretien du chemin de fer. Les chefs de section, ainsi que leurs suppléants et leurs adjoints, doivent se recruter autant que possible parmi des personnes ayant fait des études supérieures d'ingénieurs constructeurs, mais ils peuvent également être choisis parmi les personnes ayant obtenu le certificat, exigé par la loi, pour être admis à diriger l'exécution de travaux de construction en Russie et de plus ayant l'habitude de conduire les travaux de réfection de la plate-forme, de la voie, des ouvrages d'art et des bâtiments.

§ 17. — Les chefs piqueurs (sous-chefs de section) doivent être choisis parmi les piqueurs les plus experts, bien qu'ils n'aient pas de certificat les autorisant à conduire des travaux. Les piqueurs sont pris exclusivement parmi les hommes sachant lire et écrire, qui ont des notions techniques, théoriques ou pratiques, acquises en remplissant les fonctions de surveillant de travaux pendant la construction d'une ligne ou celles de chef ouvrier (chef d'équipe) au service de l'entretien de la voie et des bâtiments et qui sont suffisamment versés dans les travaux d'entretien de la plate-forme, de la voie, des ouvrages d'art et des bâtiments des chemins de fer.

§ 18. — Les chefs ouvriers (chefs d'équipe) sont choisis parmi les ouvriers les plus exercés de la ligne et de préférence parmi ceux qui savent lire et écrire.

§ 19. — Ne peuvent remplir les fonctions de piqueur, de chef d'équipe ou de l'un des gardes énumérés au § 14, que des agents complètement au courant des obligations qu'ils auront à remplir.

§ 20. — En général, les agents doivent être doués d'une vue et d'une ouïe qui leur permettent de discerner les signaux de chemins de fer, ne pas avoir de défauts corporels de nature à les empêcher de remplir les fonctions qui leur sont confiées et être majeurs, c'est-à-dire ne pas avoir moins de 21 ans. Cependant on tolère les exceptions suivantes :

1° Ceux qui ont terminé leurs études aux écoles techniques des chemins de fer peuvent être nommés aux emplois du service de l'entretien de la voie et des bâtiments à partir de l'âge de 18 ans, s'ils possèdent toutefois les qualités requises pour faire partie des différentes catégories d'agents ;

2° Sans avoir passé par les écoles techniques, ceux qui possèdent également ces dernières qualités peuvent aussi remplir les fonctions de gardes-barrières et d'ouvriers de la voie, à partir de l'âge de 18 ans.

Instructions concernant les employés. — Les paragraphes ci-après des *Règles* servent de base à toutes les instructions concernant les employés.

§ 23. — Toute personne occupant un des emplois énumérés dans les présentes règles ou qui pourrait être visée ultérieurement par des règlements, arrêtés ou circulaires du ministre des voies de communication, doit être pourvue d'instructions définissant nettement ses obligations et l'ordre hiérarchique auquel elle appartient. Chacune de ces personnes doit connaître à fond,

outre les instructions qui la concernent directement, celles des agents qui lui sont subordonnés et les règles des signaux.

§ 24. — Dans chaque instruction doivent être insérés les articles des lois se rapportant aux employés de chemins de fer en général et à l'emploi visé par cette instruction en particulier.

Ces instructions sont rédigées par les soins des conseils d'administration des Compagnies conformément aux présentes règles et aux arrêtés et dispositions correspondantes du ministre des voies de communication. Avant leur publication, l'inspecteur du gouvernement attaché à la ligne vérifie si elles contiennent bien tous les articles de la loi, les arrêtés et les dispositions du ministre des voies de communication se rapportant à l'emploi qu'elles concernent et si elles ne renferment aucune disposition en désaccord avec les conditions de sécurité du mouvement sur la ligne.

§ 25. — Avant d'être admis à entrer en fonctions, tous les agents inférieurs, y compris les piqueurs, doivent être examinés, chacun en ce qui concerne son emploi, sur toutes les instructions, arrêtés, règlements, etc.

> *Remarque.* — Jusqu'à ce que le ministre des voies de communication ait spécialement arrêté la manière de procéder à l'examen des employés de chemins de fer, celui-ci aura lieu suivant les règles établies sur chaque ligne par son directeur de commun accord avec l'inspecteur du gouvernement.

§ 26. — Les employés en fonctions lors de la promulgation des présentes règles recevront de la part de leurs chefs immédiats des instructions écrites, dont ils donneront décharge. Les chefs les expliqueront à leurs subordonnés en les leur remettant et toutes les fois que ces derniers s'adresseront à eux pour leur demander des commentaires.

§ 27. — Les agents admis aux différents emplois conformément au paragraphe 25 des présentes règles, ou auxquels auront été remis des instructions, règlements, arrêtés, etc., dans la forme indiquée par le paragraphe 26, ne peuvent alléguer leur ignorance des prescriptions y contenues.

Primes. — La question des primes a été soulevée par suite de la difficulté de contrôler les dépenses du service de la voie et de l'opinion qu'en stimulant les efforts par des primes on pourrait obtenir que les employés et les ouvriers travaillassent avec plus d'énergie et de profit. Le système des primes a été appliqué assez largement et avec un certain succès à la construction des chemins de fer en Russie. D'autre part, il est depuis longtemps pratiqué au service de la traction, sous forme de récompenses pour économies réalisées sur l'entretien des locomotives, le combustible et le graissage, et c'est même ce qui a, suivant toute probabilité, donné l'idée de l'introduire dans le service de la voie. Vers 1870, le chemin de fer de Moscou-Riazane essaya de délivrer des primes pour les économies réalisées dans l'entretien de la voie et dans les travaux neufs de construction de différents bâtiments et ouvrages d'art, mais il y renonça bientôt, des doutes s'étant élevés sur la qualité des travaux exécutés dans ces conditions. Vers 1880, le chemin de Koursk-Kharkov-Azov commença à accorder des primes pour les économies sur les prix approuvés pour l'entretien d'hiver et l'entretien d'été. Il semble avoir obtenu de bons résultats du système dans les premières années, mais il y renonça cependant aussi par la suite.

En 1885, le chemin de Kharkov-Nicolaïev a institué des primes dans les conditions suivantes : la somme totale économisée sur l'entretien est divisée en trois parts, le

premier tiers revient à la Compagnie, le second est réparti entre les piqueurs et le troisième sert à récompenser les chefs d'équipe et les ouvriers les plus méritants. Depuis l'introduction de ces primes, on a, dans le courant de cinq années, réalisé annuellement une économie de 13 roubles par verste (1,065 mètres).

Sur le chemin de Griazi-Tsaritzyne, on a établi un règlement concernant les primes dont un article intitulé : « Ouvriers spéciaux permanents et manœuvres », stipule que les chefs de section et les piqueurs ont droit à 5 p. c. sur les économies réalisées sur la moyenne des dépenses; d'après l'article portant la rubrique « Renouvellement des attaches de rails », les chefs de section ont 10 p. c. et les piqueurs 15 p. c. sur les économies; les uns et les autres touchent 15 p. c. sur celles qui sont effectuées sur le déblayage des neiges.

Le chemin de Lozovo-Sévastopol accorde des primes sur la diminution des dépenses : *a*) des travaux d'entretien; *b*) du renouvellement des attaches des rails; *c*) du renouvellement des pieux et des écrans des paraneiges en lattis; *d*) de l'entretien et du renouvellement des wagonnets, des draisines et des outils, etc. Sur les économies réalisées, les chefs de section touchent 20 p. c., le chef piqueur, 3 p. c., les piqueurs, 5 p. c. et les chefs d'équipe, 3 $^{1}/_{3}$ p. c.

Sur le chemin de Rostov-Vladicaucase, les économies faites sont partagées de la manière suivante : 40 p. c. aux chefs de section, 30 p. c. aux piqueurs, 20 p. c. aux chefs d'équipe; le montant des primes des autres employés est laissé à l'appréciation du directeur de la ligne.

Sur le chemin de Riajsk-Viasma, il était d'usage de donner des primes pour les économies effectuées sur les dépenses relatives à l'embauchage d'ouvriers supplémentaires pour l'entretien en été et en hiver, ainsi qu'à l'entretien des outils.

Ces primes se partageaient de la manière suivante :

Chefs de section	4 p. c.
Adjoints aux chefs de section et sous-chefs de section . . .	4 —
Piqueurs	22 —
Chefs d'équipe.	20 —
Ouvriers de l'entretien	15 —
Autres employés suivant l'appréciation du directeur de la ligne	6 —

Les 25 p. c. restants revenaient au chemin de fer.

Le système des primes pour le service de la voie et des bâtiments compte en Russie des partisans et des adversaires, mais il faut avouer que ces derniers sont plus nombreux.

Jusqu'à présent, il n'y a que la ligne de Kharkov-Nicolaïev qui ait publié les résultats obtenus par le système des primes appliqué au service de la voie et des bâtiments; sur les autres lignes, les expériences n'ont pas encore donné de résultats concluants.

La difficulté de la solution de cette question réside en ce qu'il n'est pas rationnel, dans le service de la voie, de n'accorder de prime que pour les économies réalisées sur les dépenses, tandis que le chemin de fer est très intéressé à l'entretien en parfait état de

la voie, qui influe sur l'état du matériel roulant et sur l'économie de son entretien. Il est clair qu'il faut en ce cas récompenser encore le soin avec lequel le travail est exécuté. Des doubles primes de ce genre furent proposées vers 1870 sur la ligne d'Odessa. Elles étaient basées sur un système de notes ; la note maximum pour l'état de la voie et en général pour le soin d'exécution d'un travail était 12, et cette note était de 5 pour les économies. Il s'agissait de donner aux chefs de section des gratifications se montant à une année d'appointements lorsqu'ils auraient obtenu en moyenne la note 17 ou 16, et à une demi-année quand la somme des notes ferait 15 ou 14; on devait licencier ceux qui n'auraient obtenu que la note 6. Ce système de primes fut bientôt abandonné en même temps qu'on supprima certaines primes dans d'autres services, pour des raisons qui n'avaient d'ailleurs presque aucun rapport avec la question des primes en elle-même.

2. — Administration centrale et administration locale du service de la voie.

Considérations générales. — L'Administration centrale du chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Moscou, inauguré en 1851 et appelé ensuite ligne Nicolas, ne comprenait pas de division spéciale pour le service de la voie. A la tête se trouvait un directeur et la ligne était partagée en cinq arrondissements, dont chacun des chefs était chargé de diriger tous les services de sa division. C'est au chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie que le service de la voie fut pour la première fois doté d'un chef spécial. Construit par une Compagnie française en 1862, son administration reçut la même organisation que celle des chemins de fer français, avec division de la direction de la ligne en cinq services : ceux de la voie, du mouvement, de la traction, du télégraphe et des magasins. L'ingénieur en chef du service de la voie avait sous ses ordres quatorze chefs de section. Il est probable que c'est la comparaison de cette organisation, comprenant un si grand nombre de sections, avec celle de la ligne Nicolas, où chaque chef de division n'en avait à surveiller que quatre, qui a amené dans la suite le chemin de Saint-Pétersbourg à Varsovie à nommer quatre chefs d'arrondissement, subordonnés à l'ingénieur en chef de la voie et ayant chacun environ quatre sections sous ses ordres. Sur la ligne de Moscou-Nijni-Novgorod, ouverte en 1861, le service de la voie fut aussi organisé comme en France; il se compose d'un ingénieur en chef, d'un adjoint et de quatre chefs de section.

En 1868, le chemin de fer Nicolas fut affermé à la Grande Société des chemins de fer russes, et son administration fut réorganisée d'après le modèle des autres lignes de cette Compagnie. A l'exemple de la Grande Société, les autres lignes organisèrent aussi leur service de la voie d'après le système français. Enfin, quand le ministère des voies de communication eut publié *Les règles concernant la surveillance, l'entretien et la réfection des chemins de fer russes*, cette organisation fut définitivement adoptée sur nos chemins de fer. Aujourd'hui, l'administration de la voie et des bâtiments se compose, sur chaque ligne, d'un service central ayant à sa tête l'ingénieur en chef, et de services locaux, dirigés par les chefs de section ou de distance. Pour les petites lignes, n'ayant que quelques dizaines de kilomètres, cette organisation est sensiblement simplifiée

en confiant au directeur de la ligne les fonctions d'ingénieur en chef et de chef de section et en supprimant ainsi l'administration locale.

ADMINISTRATION CENTRALE. — Les obligations du chef du service de la voie sont énoncées comme suit dans les *Règles* mentionnées plus haut :

§ 44. — Le chef du service de la voie et des bâtiments, outre les arrêtés, règles, dispositions et instructions concernant ses obligations personnelles, doit connaître à fond les règlements, arrêtés et dispositions du ministre des voies de communication se rapportant aux chemins de fer en général, ainsi que les règlements et instructions régissant les autres services de la ligne.

§ 45. — Le chef du service a pour devoir non seulement d'observer les présentes règles en ce qui le concerne personnellement, mais encore de les faire exécuter par les agents sous ses ordres et de diriger l'ensemble du service.

§ 46. — Il veille à la garde et à l'entretien constant en bon état des voies, des ouvrages d'art et des bâtiments de la ligne, à ce que le service confié à ses soins ne manque jamais des matériaux nécessaires à la réfection et à l'entretien de la voie et à ce que celle-ci soit protégée comme il convient contre les amoncellements de neige. Il est tenu d'informer le directeur de la ligne de tous les besoins de son service, et en cas d'urgence, de prendre, d'autorité, les mesures indispensables que réclameraient la sécurité, la régularité et la continuité du mouvement. Aux obligations du chef du service de la voie se rattachent : la rédaction des prévisions de dépenses annuelles et des comptes rendus de son service, la rédaction ou la direction de la rédaction de tous les projets et devis de ce service, ainsi que la direction immédiate des principaux travaux neufs et des réparations capitales en cours d'exécution sur la ligne et la surveillance générale de tous les travaux de son service.

§ 47. — Lorsqu'une enquête démontre que la cause d'un accident provient d'une lacune du règlement relatif à la voie, le chef du service de la voie doit soumettre au directeur de la ligne ses vues au sujet des mesures qu'il conviendrait de prendre pour prévenir de pareils accidents dans l'avenir.

§ 48. — Avant de commencer aucune nouvelle construction, le chef du service de la voie doit avertir, personnellement ou par l'intermédiaire de l'ingénieur des travaux, l'inspection de l'État. Si l'inspecteur l'exige, la même formalité doit être observée quand il s'agit de travaux importants de réfection de la voie, des bâtiments et des ouvrages d'art de la ligne.

L'administration centrale comprend une chancellerie et un bureau technique, un bureau de comptabilité, un bureau commercial et quelquefois encore un bureau de statistique, le tout dirigé par l'ingénieur en chef de la voie. Du reste, cette subdivision de la direction centrale en bureaux est loin d'être la même partout et il arrive que deux bureaux ou un plus grand nombre soient dirigés par une seule personne. De même, le nombre des agents est plus grand sur certaines lignes que sur d'autres, suivant les ressources dont elles disposent.

Outre les fonctionnaires de l'administration centrale que nous venons de citer, sur certains chemins de fer ayant une grande étendue, l'ingénieur en chef a auprès de lui un adjoint et des ingénieurs-contrôleurs, pour l'aider dans sa mission de surveillance.

ADMINISTRATION LOCALE. — Les *Règles* citées plus haut définissent les obligations des chefs de section ou de distance de la manière suivante :

§ 49. — Le chef de section doit absolument connaître les règlements, arrêtés et dispositions du ministre des voies de communication se rapportant aux chemins de fer, ainsi que les

détails des prescriptions, règlements et instructions en vigueur concernant les autres services de la ligne.

§ 50. — Les obligations du chef de section sont de :

a) Veiller constamment à la garde du chemin de fer conformément aux présentes règles et faire en sorte que les agents placés sous ses ordres satisfassent strictement à leurs obligations;

b) Diriger l'exécution des travaux neufs et des travaux de réparation et de réfection les plus importants; veiller à la régularité d'exécution des travaux courants de réfection et à l'entretien en bon état des voies, des ouvrages et des bâtiments;

c) Prendre les mesures nécessaires pour protéger la ligne contre les amoncellements de neige; avoir soin, au début des tourmentes, de pourvoir les trains de pelles et autres instruments indispensables au déblayage des neiges et même de les faire accompagner par des ouvriers; donner les ordres nécessaires pour arrêter temporairement le mouvement quand il devient impossible de lutter contre la tourmente;

d) Requérir le chef du service d'expédier sur la section les objets nécessaires à la protection et à la réfection de la voie et en augmenter le nombre quand les circonstances l'exigent; veiller à ce que les matériaux soient approvisionnés en temps opportun sur la section;

e) Prendre en cas d'urgence des mesures immédiates pour assurer la sécurité et la continuité de la circulation, ainsi que son rétablissement, si elle venait à être interrompue; prendre des mesures en conséquence aussitôt le procès-verbal d'un accident dressé par les autorités compétentes et l'autorisation délivrée par elles, en ayant soin de télégraphier les dispositions prises au chef du service de la voie, au directeur de la ligne et à l'inspecteur du gouvernement;

f) Procéder aux études et aux recherches locales sur l'ordre du chef du service pour la rédaction de projets de travaux ou d'ouvrages et rédiger ces projets;

g) Pendant l'exécution sur sa section de travaux dirigés personnellement par lui, prendre les mesures de précaution indispensables à la sécurité du mouvement et des ouvriers; veiller à ce que les mesures de précaution relatives au mouvement soient observées par tous les conducteurs de travaux qui, sous ce rapport, sont subordonnés au chef de la section sur laquelle ils se trouvent et sont tenus de suivre ses indications;

h) Lors de l'expédition de trains de service de la voie destinés à approvisionner la section en matériaux d'entretien ou de travaux neufs, faire accompagner chacun de ces trains, indépendamment du représentant du service du mouvement, par un agent placé sous ses ordres, afin de veiller directement à ce que le chargement et le déchargement du train s'opèrent régulièrement et promptement, d'indiquer exactement l'emplacement des travaux et la manière dont ils doivent être exécutés, d'en assurer le succès et de veiller à la sécurité du mouvement et des ouvriers; il peut aussi, au lieu de faire accompagner chaque train d'ouvriers par un agent du service de la voie et des bâtiments, préposer un agent à chaque point de chargement ou de déchargement que desservent les trains;

i) Visiter personnellement en détail, au moins une fois par mois, toute sa section, et vérifier à cette occasion si les agents placés sous ses ordres connaissent et observent les instructions; de plus, parcourir la section en train, sur une locomotive isolée ou en draisine pour en passer l'inspection générale quand il y a nécessité réelle de le faire;

j) Adresser au directeur du service de la voie et des bâtiments les rapports réglementaires à date fixe sur l'état de toutes les parties de la ligne et sur les travaux exécutés dans les limites de sa section;

k) Veiller à ce que toutes les traverses en bois nouvellement posées sur la voie soient poinçonnées à la date de l'année de leur pose;

l) Procéder, d'après les indications du chef du service, à des époques déterminées, et toutes les fois qu'il est nécessaire, à des sondages sous les ponts et à leurs abords, pour se rendre compte si ces ouvrages ne sont pas affouillés;

m) Procéder aux visites et aux épreuves réglementaires des ponts, périodiquement ou quand les circonstances l'exigent.

§ 51. — Tout ce qui est dit dans les présentes règles au sujet des chefs de section concerne aussi leurs adjoints, quand ils remplissent les fonctions ou une partie des fonctions de chef de section ou bien qu'ils sont détachés en mission spéciale.

Aux chefs de section sont ordinairement attachés des secrétaires, des comptables, des dessinateurs et des expéditionnaires. Sur certaines lignes, on adjoint à ce personnel un chef magasinier; sur d'autres, au contraire, il n'y a ni comptable ni dessinateur. Ici aussi, le degré de perfection de l'organisation dépend des ressources du chemin de fer; elle est d'autant plus complète que le chemin de fer est plus riche. Lorsque le chef de section n'a pas de sous-chef, il a ordinairement à sa disposition un chef piqueur pour l'aider à surveiller la ligne. Sur certaines lignes organisées sur un plus large pied, les deux emplois existent simultanément. La longueur d'une section ne dépasse pas d'habitude 100 verstes (106 kilomètres).

Organisation de la surveillance immédiate de la voie et des ouvrages d'art. — Chaque section se divise en districts dont la longueur varie de 8 à 18 verstes (8.5 à 19.1 kilomètres) et chacun de ceux-ci est subdivisé en cantons ou postes de 3 à 6 verstes de longueur. La surveillance des districts est confiée à des piqueurs, celle des cantons à des chefs d'équipe ou chefs cantonniers. Ces derniers ont immédiatement sous leurs ordres les équipes de simples ouvriers et les gardiens de la voie, des passages à niveau, des ponts, etc. Le piqueur visite son district plusieurs fois par semaine. Le chef d'équipe est tenu de visiter son lot journellement, ou s'il en est empêché par les autres devoirs de sa charge, de détacher à cet effet un ouvrier expérimenté de l'entretien.

Pour donner une idée des obligations des piqueurs et des ouvriers sur nos voies ferrées, on ne peut mieux faire que de citer les articles des *Règles* mentionnées plus haut.

Nous les reproduisons en entier, parce que les agents dont il s'agit sont, pour ainsi dire, la base de toute l'organisation du service.

§ 52. — Le piqueur doit connaître les règles concernant l'emploi des wagonnets et des draisines, la distance des bâtiments à la voie, les fouilles, les plantations et les constructions le long des lignes de chemins de fer et le secours à apporter aux trains en détresse, ainsi que les autres arrêtés, dispositions et règlements du gouvernement relatifs à ses fonctions.

§ 53. — Les obligations incombant au piqueur dans les limites de son district se résument comme suit :

a) Visiter le district au moins trois fois par semaine, si son étendue ne dépasse pas 10 verstes, et deux fois par semaine, au moins, s'il a une longueur plus grande, afin de vérifier si les ouvriers et les chefs d'équipe de la voie remplissent consciencieusement leurs obligations et d'examiner avec soin l'état des signaux, de la voie proprement dite, de la plate-forme et des ouvrages d'art, des aiguilles, des croisements et en général des constructions faisant partie du chemin. Pendant sa tournée, le piqueur doit indiquer les travaux qui doivent être exécutés par les équipes et les autres agents et ouvriers placés sous ses ordres;

b) Veiller à ce que les travaux d'entretien en bon état des signaux, de la plate-forme et des ouvrages d'art, des aiguilles, des croisements et de toutes les constructions, soient exécutés en temps opportun;

c) Assister personnellement aux travaux de renouvellement complet des rails de la voie et des longerons en charpente des ponts, s'il n'y a pas d'agent spécialement désigné à cet effet par le chef de section. Lorsque le piqueur dirige en personne les travaux, il doit observer les prescriptions du paragraphe 60 des présentes règles;

d) Veiller à ce que les signaux nécessaires soient disposés pour garantir les points de la ligne où s'exécutent des travaux ou qui ne sont pas en très bon état;

e) Avertir en temps utile le chef de section d'envoyer les signaux, les instruments, les matériaux, les appareils, le combustible et l'huile d'éclairage pour les bâtiments habités et les signaux de nuit, ainsi que les ouvriers nécessaires à l'entretien en bon état de son district;

f) Informer le chef de la station la plus rapprochée des détériorations survenues à la voie, ainsi que des points qui présentent quelque danger et des travaux à exécuter, en ayant soin de le prévenir, en outre, s'ils doivent être terminés dans le courant de la journée et de lui indiquer les endroits où la circulation doit s'effectuer avec une grande prudence; l'avertir aussi dans le cas où pour une raison quelconque il est indispensable de retenir les trains dans sa station; et lui faire savoir ensuite que ces précautions peuvent être supprimées;

g) Prendre, en temps convenable, des dispositions pour la pose, le déplacement et l'enlèvement des paraneiges, ainsi que pour le déblayage des neiges de manière que la circulation ne souffre pas d'interruption;

h) Faire enlever en temps opportun la neige des fossés, de la ligne et de dessous les ponceaux et les petits ponts, pour permettre aux eaux du printemps de s'écouler librement et les détourner de la plate-forme;

i) Pendant les crues du printemps, visiter avec un soin tout particulier tous les ponts et les ponceaux, afin de pouvoir prendre des mesures contre leur affouillement et leur destruction, ou bien, en cas d'empêchement par suite de la nécessité de surveiller certains travaux, confier le soin de cette visite aux chefs d'équipe;

k) Vérifier si tous les agents sous ses ordres connaissent et comprennent bien les règles des signaux, les instructions rédigées à leur égard et les règlements qui les concernent;

l) Répartir les wagonnets de service pour le travail et veiller à ce que les chefs d'équipe observent les règles relatives à leur emploi;

m) Veiller à ce que les matériaux et objets destinés à l'entretien et déposés près de la voie n'en soient pas plus rapprochés que ne le permettent les limites minimums de la section libre de la voie;

n) Vérifier les gabarits servant à mesurer l'écartement de la voie et les entailles des traverses, ainsi que la régularité de la voie elle-même, au moins une fois par mois dans les alignements droits et tous les quinze jours dans les courbes;

o) Entretenir convenablement le local qu'il occupe et veiller à ce que les logements occupés par les agents et les ouvriers placés sous ses ordres soient entretenus de même;

p) Le piqueur de service doit porter une montre;

q) Aussitôt qu'il sera prévenu d'un accident quelconque de train ou d'une avarie causée par malveillance à la voie ou à un ouvrage d'art de son district, le piqueur doit immédiatement se transporter sur les lieux et fermer la voie par les signaux réglementaires. Dans le cas où il serait indispensable d'interrompre le mouvement ou de ne laisser circuler les trains qu'avec la plus grande prudence, il doit en informer immédiatement le chef de la station la plus proche et prendre toutes les mesures nécessaires pour rassembler au plus vite tous les matériaux et les ouvriers indispensables pour réparer les avaries. A défaut de la présence du chef de section sur le lieu de l'accident, le piqueur prend les dispositions nécessaires au rétablissement de la circulation aussitôt le procès-verbal de l'accident dressé par les autorités compétentes et leur consentement obtenu;

r) Si les dégradations de la voie ou d'un ouvrage d'art n'entraînent pas d'accident de train

ou ne sont pas dues à la malveillance, le cantonnier couvre la voie par des signaux, et en avise le chef de la station la plus proche, comme il est dit plus haut; il prend aussi toutes les mesures indispensables pour empêcher de nouvelles dégradations et réparer celles qui se sont produites.

Dans l'un comme dans l'autre cas, il informe le chef de section des dispositions qu'il a prises.

§ 54. — Le chef d'équipe, outre qu'il doit remplir les conditions énoncées dans les paragraphes 18, 19 et 23 du présent règlement, doit connaître les règles relatives aux secours en cas d'accident, à l'assistance à accorder aux gardes-ligne en cas d'infractions aux règlements du chemin de fer commises par le public, ou de tentatives criminelles dirigées contre la ligne; il doit également savoir se servir des wagonnets et des draisines et être au courant des limites de la section libre minimum de la voie.

§ 55. — Le chef d'équipe est tenu de visiter son canton au moins une fois par jour au moment de se rendre au travail; si quelque mission ou quelque travail spécial exigeant absolument sa présence empêche le chef d'équipe de faire cette visite personnellement, il peut en charger un homme d'équipe expert, choisi parmi ceux qui doivent le remplacer en cas d'absence. En général, le chef d'équipe doit faire lui-même ses rondes de jour et veiller à ce que ses subordonnés en fassent aussi aux intervalles fixés par les instructions et conformément aux indications qui lui auront été données à ce sujet. Il doit visiter avec une attention toute particulière et aussi souvent que les circonstances l'exigent les endroits où auront été exécutés des travaux d'une importance exceptionnelle ou ceux qui sont exposés à être souvent détériorés par les eaux.

§ 56. — Le chef d'équipe, en procédant à celles des visites de son lot qui sont considérées comme obligatoires d'après les paragraphes 118 et 125 des présentes règles, doit remplir toutes les obligations réglementaires des gardes-ligne. Pendant les visites ordinaires, le chef d'équipe examine avec soin les rails, les traverses, le ballast, les talus et les ouvrages d'art de la ligne. Il marque en même temps les endroits qui réclament des réparations immédiates et exécute à l'aide des hommes de son équipe tous les travaux nécessaires, à commencer par les plus urgents. Quand la voie est en parfait état sous tous les rapports, le chef d'équipe s'occupe de l'entretien de la plate-forme; il débarrasse des feuilles mortes et des herbes qui les encombrent les fossés et les percées pratiquées en forêt en vue d'empêcher les incendies de se propager; il s'occupe aussi de la réparation des clôtures et enfin de l'entretien des accès des passages à niveau ou d'autres travaux indiqués par le piqueur.

§ 57. — Le chef d'équipe doit être présent au renouvellement des rails isolés. Pendant l'exécution de travaux ou le déchargement de trains ouvriers, il doit veiller à ce que les matériaux et les objets soient déposés à la distance réglementaire de la voie.

§ 58. — Quand les circonstances l'exigent, il doit fermer la voie par des signaux à l'endroit où s'exécutent des travaux.

> *Remarque.* — Dans la journée, il faut marquer les endroits où s'exécutent des travaux et surtout les passages dangereux, par des signaux en forme de disques dont il convient de pourvoir à cet effet les piqueurs et les chefs d'équipe.

Pour ce qui a rapport à la surveillance des trains qui passent et des signaux à leur transmettre, le chef d'équipe observe les règles exposées à ce sujet au chapitre des gardes-ligne et au paragraphe 35 du présent règlement.

§ 59. — Le chef d'équipe est tenu de faire observer par les ouvriers placés sous ses ordres, sur les chantiers et en général pendant leur présence sur la ligne, les mesures de précaution indispensables à leur sécurité personnelle.

§ 60. — Il doit faire tous ses efforts pour que, avant la fin de la journée de travail, la voie soit mise en parfait état sur toute l'étendue de la partie qui lui est confiée. Dans le

cas où cela serait impossible et où un poste viendrait à être laissé dans un état qui ne permettrait pas aux trains d'avancer avec leur vitesse ordinaire, il doit le couvrir par des signaux et y laisser un homme de confiance pour surveiller leur bon fonctionnement et signaler aux trains les passages dangereux jusqu'au retour des ouvriers sur les chantiers. Le chef d'équipe indique également les endroits dangereux aux gardes-ligne les plus rapprochés et leur donne des indications sur la manière d'employer les signaux pour avertir les trains. Dans des cas d'urgence, il doit signaler lui-même au chef de la station la plus proche l'endroit dangereux, sans perdre du temps à avertir d'abord le piqueur.

§ 61. — Il fait redresser les poteaux télégraphiques trop inclinés, ainsi que les indicateurs des déclivités et reposer les écriteaux tombés; en cas d'urgence, il fait replacer les poteaux télégraphiques abattus et en prévient aussitôt le piqueur.

§ 62. — Le chef d'équipe veille à ce qu'aucun bâtiment ni dépôt, surtout aucun dépôt de matières inflammables, ne soit établi à une distance plus rapprochée de la ligne que ne l'autorise la loi; en cas d'infraction aux prescriptions de celle-ci, il porte immédiatement le fait à la connaissance du piqueur.

§ 63. — Le chef d'équipe, dans l'accomplissement de ses fonctions, doit toujours être muni de signaux à la main et de la quantité réglementaire de pétards.

§ 64. — Il veille à ce que les instruments de travail ne soient pas abandonnés sur la voie pendant les suspensions de travail et soient déposés par les ouvriers dans un endroit spécial.

§ 65. — Il doit prévenir le piqueur en temps utile des instruments et des matériaux neufs dont il a besoin ou de ceux qu'il y a lieu de renouveler, ainsi que des matières éclairantes nécessaires pour les signaux de nuit, dont se servent lui-même, ses hommes d'équipe et les agents sous ses ordres.

Pour la surveillance immédiate de la voie, la plupart des chemins de fer russes entretiennent des gardes-ligne, qui sont tenus de visiter la ligne chacun sur le parcours qui lui est assigné un nombre de fois déterminé, de la manière suivante :

Pour 4 trains, passant dans l'espace de vingt-quatre heures sur la ligne.	2 rondes;
— 5, 6 et 7 trains	3 —
— 8, 9 et 10.	4 —

à condition que la longueur du lot à parcourir par chaque garde-ligne ne dépasse pas 4 $^1/_2$ verstes et qu'il ne se trouve jamais dans le cas de faire plus de 18 verstes par jour.

De plus, il y a, aux passages à niveau, des gardiens au nombre de un, deux ou trois, suivant l'importance de la route traversée par le chemin de fer; les femmes sont aussi admises à remplir les fonctions de gardes-barrières et les passages à niveau sont divisés en plusieurs catégories; il y a même des passages non gardés sur les routes peu fréquentées.

Les obligations des gardes-ligne et des gardes-barrières sont exposées dans des instructions qui les concernent et ne diffèrent en rien des obligations imposées à ces agents sur les chemins de fer étrangers.

Les devoirs des équipes chargées de l'entretien de la voie, exposés dans les *Règles* mentionnées plus haut, ne paraissent pas différer de celles des équipes semblables sur les lignes étrangères. Nous nous contenterons de reproduire les articles suivants de ces *Règles*.

§ 66. — Les ouvriers de la voie d'un même canton forment une équipe, dont l'effectif doit être au moins de trois hommes sur les chemins à voie large, et de deux sur les lignes à voie étroite, sans compter le chef d'équipe.

§ 69. — Le nombre d'heures de travail n'est pas déterminé par les présentes règles; il dépendra des circonstances locales, de la saison et de l'urgence des travaux. Le mauvais temps, la pluie, la neige, etc., ne peuvent servir de prétexte aux ouvriers pour quitter le travail lorsque le chef d'équipe en commande la continuation. Si celui-ci exigeait que les hommes se rendissent au travail, pour l'exécution de travaux très urgents, le dimanche et les jours de fête ou la nuit, ils seraient tenus de s'y présenter à la première alerte.

§ 78. — On peut confier la visite de jour et de nuit de la voie aux ouvriers exercés de la ligne, connaissant à fond le règlement et toutes les obligations des gardes-ligne. Pendant qu'ils passent ces visites, ils doivent être munis de tous les signaux à main, instruments, etc., que doivent avoir les gardes-ligne.

§ 80. — Les dimanches et les jours fériés, la moitié seulement des hommes des équipes se rend au travail, tandis que l'autre moitié est libre. Ces jours-là, les chefs d'équipe ne font procéder qu'aux travaux urgents; à défaut de ceux-ci, la besogne se réduit aux visites de la voie, au petit entretien et aux gardiennage, c'est-à-dire à serrer les écrous, à rajuster des crampons, à nettoyer les passages à niveau, à faire les signaux, etc.

Sur les lignes qui ont un nombre considérable de bâtiments, de ponts et d'autres ouvrages d'art, ceux-ci sont soumis à une surveillance spéciale en dehors de celle qui a lieu pendant les visites de la voie. Aux petites stations, une pareille surveillance n'est pas nécessaire et elle est ordinairement confiée aux piqueurs. Pour les grandes stations, on a créé l'emploi de surveillant des bâtiments; celui-ci a pour obligation de surveiller tous les bâtiments, ouvrages et autres accessoires des stations, d'après les indications et instructions du chef de section.

Comme nous l'avons expliqué au chapitre II de la présente partie de l'*Aperçu*, un serrurier ou un contremaître est spécialement attaché à chaque section pour la surveillance des ponts. Indépendamment de cela, tous les trois ans, une commission spéciale, composée de représentants de l'administration locale et de l'administration centrale, procède à la visite, au nivellement et aux épreuves de tous les ponts de la ligne, et les résultats de ses opérations sont consignés dans un journal qui est présenté au chef du service de la voie. Enfin, chaque année au printemps, après les crues, on fait des sondages dans tous les cours d'eau un peu importants et on en porte les résultats sur les profils en travers relevés les années précédentes.

NOMBRE TOTAL DES AGENTS DU SERVICE DE LA VOIE ET DES BATIMENTS. — Le tableau ci-après donne, pour l'année 1890, le nombre moyen d'employés du service de la voie et des bâtiments par catégories et par 1,000 verstes de chemin de fer dans l'ordre ascendant; les lignes sont rangées par groupes afin de réduire le cadre du tableau.

Tableau du personnel du

Nombre de lignes.	DÉSIGNATION DES LIGNES.	Longueur exploitée(1).	Parcours total des trains.	
		Verstes.	Verstes.	
10	Bascountchak, Oural, Livny, Mourom, Novgorod, Vladicaucase, Samara-Zlatooust, Poléssié, Kozlov-Saratov, Donétz.	5,589 (5,384)	12,863,530	Nombre d'agents. . . . . Moyenne par 1,000 verstes de l — par 1 million de train-v
10	Catherine, Pskov-Riga, Varsovie-Térespol, Kharkov-Nicolaïev, Fastov, Varsovie-Vienne, Sud-Ouest, Vistule, Sysrane-Viazma, Transcaucase.	8,434 (8,239)	37,867,712	Nombre d'agents. . . . . Moyenne par 1,000 verstes de li — par 1 million de train-v
10	Riga-Dvinsk, Koursk-Kiev, Koursk-Kharkov-Azov, Novotorjok, Obojane, Borovitchi, Orenbourg, Ivangorod-Dombrovo, Rybinsk-Bologoë, Moscou-Iaroslav-Vologda.	3,529	15,061,130	Nombre d'agents. . . . . Moyenne par 1,000 verstes de li — par 1 million de train-v
10	Libau-Romny, Dvinsk-Vitebsk, St-Pétersbourg-Varsovie, Mitau, Kozlov-Voronège-Rostov, Lozovo-Sébastopol, Orel-Vitebsk, Riga-Toukoum, Orel-Griazi, Moscou-Brest.	6,072 (6,133)	31,542,679	Nombre d'agents. . . . . Moyenne par 1,000 verstes de li — par 1 million de train-v
10	Griazi-Tsaritzyne, Baltique, Chouïa-Ivanovo, Moscou-Nijni, Lodz, Nicolas, Moscou-Riazane, Moscou-Koursk, Riazane-Kozlov, Tsarskoë-Sélo	3,476 (3,471)	26,661,155	Nombre d'agents. . . . . Moyenne par 1,000 verstes de l — par 1 million de train-
	Total pour 50 chemins. . .	27,100 (26,956)	123,996,206	Nombre d'agents. . . . . Moyenne par 1,000 verstes de l — par 1 million de train-v

(1) Les chiffres entre parenthèses indiquent la longueur moyenne exploitée

tien de la voie et des bâtiments.

ON DU SERVICE.		SURVEILLANCE DE LA VOIE.						ENTRETIEN DE LA VOIE.			SURVEILLANCE DES BATIMENTS.		TOTAL.
Chefs de section et sous-chefs de section.	Employés des bureaux.	Piqueurs.	Gardes-ligne.	Gardes-barrières. Hommes.	Gardes-barrières. Femmes.	Gardes-tunnels	Gardes-ponts.	Chefs d'équipe.	Piocheurs.	Serruriers, forgerons, etc.	Surveillants des bâtiments, contremaîtres, portiers, etc.	Ouvriers.	
79	264	375	1,711	304	2,608	4	64	780	2,168	137	139	113	8,760
14.7	49.2	69.6	317.8	56.5	485.1	0.7	11,9	144.9	401.7	25.5	25.9	20.9	1,627.0
6.1	20.3	28.9	131.6	23.4	200.6	0.3	4.9	60.0	166.8	10.5	10.7	8.7	673.9
137	540	663	4,316	1,957	4,407	...	117	1,359	6,201	182	205	160	20,263
16.7	65.4	80.5	523.9	237.5	534.9	...	14.2	164.9	752.7	22.1	24.9	19.4	2,459.4
3.6	14.2	17.4	113.6	51.5	116 0	...	3.0	35.8	163.2	4.8	5.4	4 2	534.2
65	201	307	2,005	644	2,380	4	66	688	2,978	99	112	64	9,624
18.4	56.9	87.0	568.1	182.5	674.4	1 1	18.7	194.9	843.9	28.2	31.8	18.1	2,727.1
4.3	13.4	20.5	133.7	42,9	158 7	0.3	4.4	45.9	198.5	6.6	7.5	4.2	641.6
110	409	551	4,123	1,185	3,961	4	162	1,456	6,232	219	382	187	19,007
17.9	66.6	89.8	672.3	193.2	647.4	0.7	29.7	237.4	1,011.3	35.7	62.4	30.5	3,099.1
3.4	12.8	17.2	128.8	37.0	123.8	0.1	5.1	45.5	194.8	6.8	11.9	5.8	593.9
83	298	378	2,791	1,040	2,260	...	80	878	5,367	174	360	153	13,875
23.9	85.9	108.9	804.1	299.6	651.1	...	23.1	253.0	1,546 2	50.1	103.7	44.1	3,997.4
3.1	11.0	14.0	103.4	38.5	83.7	...	3.0	32.5	198.8	6.4	13.3	5.7	513.9
474	1,712	2.275	14,946	5,130	15,616	12	489	5,161	22.946	811	1,198	677	71,529
17.6	63.4	84.3	553.6	190.0	578.4	0.4	18.1	191.1	849.8	30.0	44.3	25.1	2,649.2
3.8	13.8	18.3	120.5	41 4	125.9	0.1	3.9	41.6	185.1	6.5	9.7	5.5	576.8

D'après ce tableau, on voit qu'il n'y a que les nombres des piqueurs, des gardes-ligne, des chefs d'équipe et des ouvriers de l'entretien ou piocheurs qui varient presque parallèlement au nombre total d'agents relatif à la même longueur de ligne. Ce sont précisément ces chiffres qui sont caractéristiques. Ils sont d'ailleurs représentés par groupes de la manière suivante :

1[er] groupe de chemins de fer	934.0 sur 1627.0 agents,	soit 57.4 p. c.		
2[e] —	1522.0 — 2459 4	—	— 61.9 —	
3[e] —	1693.9 — 2727.1	—	— 62.1 —	
4[e] —	2010.8 — 3099.1	—	— 64.8 —	
5[e] —	2712.2 — 3997.4	—	— 65.3 —	
Pour un total de 50 lignes. . .	1678.8 sur 2649.2 agents,	soit 63.4 p. c.		

Les 36.6 p. c. restants du nombre total d'employés se répartissent comme suit :

Gardes-tunnels, gardes-ponts et surveillants des bâtiments, ou agents dont le nombre est indépendant de l'importance du mouvement :

$$\frac{100\,[0.4 + 18.1 + 44.3 + 25.1]}{2649.2} = 3.32 \text{ p. c.}$$

Chefs de service et leurs adjoints, gardes-barrières (hommes et femmes), dont le nombre ne dépend que dans certains cas de l'importance du mouvement.

$$\frac{100\,(190.0 + 3.1 + 578.4)}{2649.2} = 29.12 \text{ p. c.}$$

Forgerons, serruriers, etc., chefs de section et leurs adjoints et les employés des bureaux des sections, dont le nombre dépend évidemment, bien que dans une faible mesure, du mouvement.

$$\frac{100\,[30.0 + 17.6 + 63.4]}{2649.2} = 4.16 \text{ p. c.}$$

Du tableau de la page précédente, on peut tirer l'intensité moyenne annuelle du mouvement des trains en divisant le parcours total par la longueur exploitée; on obtient :

Pour le 1[er] groupe	2,389.2	trains par verste;
— 2[e] —	4,596.2	—
— 3[e] —	4,267.8	—
— 4[e] —	5,143.1	—
— 5[e] —	7,681.1	—

On ne trouve de rapport direct entre les chiffres qui précèdent et ceux du nombre des agents que pour les employés des bureaux; quant aux chefs de section et à leurs adjoints, aux serruriers, forgerons, etc., ce rapport n'existe pas dans les formes ci-dessus.

Il n'existe pas également de rapport direct entre les moyennes du nombre des employés des chemins de fer (2,459.4 et 2,727.1) et l'intensité du mouvement (4,596.2 et 4,267.8). Mais, en somme, le tableau précédent affirme l'existence réelle d'un certain rapport entre les données mentionnées plus haut.

3. — Contrôleurs mécaniques des rondes de la voie.

Par S. GRIGORIEV
INGÉNIEUR

Sur les chemins de fer russes, comme on vient de l'exposer, la surveillance immédiate de la voie ferrée est généralement confiée à des gardes spéciaux, qui ont pour obligation de passer avec soin la visite des ouvrages situés le long de la ligne aussi bien que celle des voies elles-mêmes et sont tenus, à cet effet, de visiter périodiquement leurs postes ou cantons, dont la longueur varie de 1 à 4 $^1/_2$ verstes. A chacun de ces postes, sont attachés un ou deux gardes-ligne, suivant leur étendue et l'importance du mouvement.

Les gardes-ligne sont contrôlés dans l'accomplissement de leurs fonctions par les chefs d'équipe et les piqueurs pendant les rondes que ceux-ci doivent faire, ainsi que par les chefs de distance ou de section et leurs adjoints quand ils visitent le chemin en draisine ou en train. Mais, comme tous ces agents, pendant leur passage le long de la ligne, ont presque toujours beaucoup d'autres obligations, ce contrôle personnel du service des gardes-ligne est pour la plupart du temps insuffisant. On a donc recours, sur un grand nombre de lignes, à des moyens de contrôle supplémentaires. Le principe de tous ces systèmes consiste à obliger les gardes-ligne, chaque fois qu'ils visitent les différents points de leur poste, à pratiquer en chacun d'eux des manipulations déterminées avec des plaques numérotées ou des écriteaux qui doivent servir à prouver qu'ils y ont effectivement passé. Un pareil contrôle ne peut être considéré comme parfait, mais il est simple, peu coûteux et il est difficile de s'en passer, eu égard à la dépense considérable qu'entraînerait un contrôle personnel effectif s'il fallait l'organiser spécialement.

Nous donnons ci-dessous une description sommaire du contrôle mécanique des gardes-ligne qui fonctionne sur quelques chemins de fer.

Chemin de fer Catherine. — Aux extrémités des sections de ronde sont établis des mâts en fer munis de deux ailettes, disposées dans un plan parallèle à l'axe de la voie. Le long de ces ailettes se déplacent des plaques en fer, qui peuvent être amenées au moyen de clefs spéciales dans quatre positions différentes indiquées en chiffres romains et correspondant au nombre des visites de la voie.

Les clefs, qui ne sont pas les mêmes pour deux sections contiguës, sont entre les mains du garde-ligne. Chaque fois que celui-ci fait sa ronde, il amène la plaque au numéro correspondant à celui de la visite. Les numéros sont marqués en gros chiffres et peuvent être vus du train ou de la draisine.

Chemin de fer d'Ivangorod-Dombrova. — Sur chaque poste ou section de ronde, il y a deux gardiens, qui habitent chacun des maisonnettes distinctes. Ces gardes sont munis, l'un de plaques portant des numéros pairs, l'autre de plaques portant des numéros impairs, et chacun d'eux a un nombre de plaques double de celui des rondes qu'il doit faire dans l'espace de vingt-quatre heures. A l'extrémité de chaque section se trouve un poteau auquel on fixe ces plaques numérotées.

Le garde A, muni de numéros impairs, se rend d'abord à l'extrémité de sa section la plus rapprochée de sa maison et y fixe au poteau le premier n° 1, puis il se dirige vers l'autre extrémité et y place son second n° 1 ; il enlève en même temps des deux poteaux les numéros qui y

avaient été appliqués par le garde B, qui avait fait la ronde précédente. Il suspend ces plaques à la maison de ce dernier en passant devant elle quand il rentre chez lui. Le second gardien B, lorsqu'il commence son service et procède à la ronde n° 2, agit de la même manière que le premier, c'est-à-dire qu'il se dirige d'abord vers l'extrémité de sa section la plus rapprochée de sa maison, puis vers celle qui en est le plus éloignée et qu'il applique aux poteaux de contrôle ses n° 2, en ayant soin d'enlever les n° 1 fixés par le premier gardien et de les suspendre en rentrant chez lui à la maison de ce dernier. Le premier garde recommence ensuite et suspend ses n° 3, en enlevant les n° 2 et ainsi de suite.

Les agents chargés du contrôle peuvent, en ayant un tableau des rondes de chaque section, contrôler les gardes au moyen des numéros exposés.

Chemin de fer de Riajsk-Viazma (formant actuellement partie du chemin de fer de Sysrane-Viazma). — A chaque poteau de délimitation des postes ou sections de ronde des gardes sont fixées deux planchettes : sur l'une sont inscrits les numéros d'ordre des rondes, et sur l'autre s'appliquent les fiches de contrôle.

Chaque garde reçoit autant de fiches de contrôle qu'il est obligé de passer de visites; par exemple, s'il a quatre rondes à faire, il reçoit quatre paires de fiches numérotées de 1 à 4. Toutes les fiches de contrôle doivent toujours être suspendues à une planche appliquée à la façade de la maison de garde, excepté les deux fiches qui portent les numéros de la dernière ronde et qui doivent se trouver sur les poteaux de délimitation.

Le garde, en commençant la visite de son poste, prend sur la façade de sa maison les deux fiches qui correspondent au numéro d'ordre de sa ronde, et arrivé au premier poteau de délimitation, il enlève la fiche de la ronde précédente et la remplace par une nouvelle; parvenu ensuite à l'autre poteau de délimitation, il enlève de nouveau l'ancienne fiche pour y substituer une nouvelle; ceci fait, il regagne sa maison et suspend les fiches rapportées à leur place.

De cette façon, les numéros appliqués aux poteaux de délimitation indiquent le numéro d'ordre de la dernière ronde faite par le garde, et l'absence de deux numéros sur la planche de la maison de garde indique que le garde est en train de parcourir la voie.

Les agents chargés du contrôle, munis du tableau des rondes de chaque section, peuvent de la sorte, en passant devant les maisons de garde et les poteaux de délimitation, vérifier si un garde-ligne a fait ou non sa dernière ronde.

Pour le contrôle des gardes de nuit, on a recours au même système, excepté que l'on emploie des fiches avec des numéros ajourés qu'on applique sur des lanternes assujetties aux poteaux.

Un système presque semblable est usité au chemin de Moscou-Iaroslav.

Chemin de fer Nicolas. — A chaque extrémité des postes ou sections de ronde se trouve un poteau auquel on suspend deux planchettes de contrôle, dont l'une porte les n°s 1 et 3, l'autre les n°s 2 et 4. Le tableau des rondes donne les numéros correspondants et les heures auxquelles elles doivent être faites. Le garde, dont le service comporte toujours quatre rondes, commence par l'extrémité nord de sa section et tourne la planchette de façon que le chiffre 1 soit placé du côté de la voie; après avoir suivi la voie de gauche jusqu'à son extrémité sud, il amène le chiffre du côté de la voie et reprend le chemin du nord, en visitant la seconde voie.

Les planchettes ont des dimensions suffisantes pour qu'on puisse aisément voir du train les chiffres qu'elles portent.

Chemin de fer de Moscou-Brest, Orel-Vitebsk, Orel-Griazy, Baltique, du Sud-Ouest, de la Vistule, Varsovie-Térespol, Varsovie-Vienne et Varsovie-Bromberg. — Sur toutes ces lignes, on a recours pour contrôler le service des gardes-ligne au système de M. Grinévetski, dont le principe consiste à obliger les gardes-ligne à présenter, comme preuve de ce qu'ils ont visité la voie, des feuilles de contrôle qu'ils vont prendre chez le piqueur pour les faire estam-

piller au bout de leur poste, et les lui rapporter ensuite, opérations qui obligent inévitablement les gardes à visiter la section dans un certain ordre.

Pour réaliser ce contrôle, sur chaque district de piqueur, il doit y avoir une boîte centrale, des boîtes de transmission et des estampilles. La boîte centrale d'où les gardes-ligne tirent les feuilles et dans laquelle ils doivent venir les jeter de nouveau, se trouve dans le logement du piqueur. Les boîtes de transmission servent à transmettre les feuilles d'un canton ou section de ronde à l'autre et sont placées sur les limites des sections de ronde intermédiaires. Les estampilles se trouvent déposées aux extrémités des districts, de façon qu'une même estampille sert à deux districts contigus.

L'ordre de circulation des feuilles, pour ne prendre comme exemple qu'une tournée sur une section de ronde quelconque d'un district, soit sur la première, est le suivant : cette section, étant la première du district, comporte une estampille à son point de départ et une boîte de transmission à son extrémité. Admettons qu'un garde commence son service à minuit. A ce moment, le garde qu'il relève lui remet une feuille déjà estampillée ; il va la jeter dans la boîte de transmission et reçoit en échange une autre feuille qui y avait été déposée auparavant par le gardien voisin. Avec cette nouvelle feuille, le gardien visite tout le parcours de sa section et, arrivé au bout, la fait estampiller. Après quoi, s'il n'a pas d'autres rondes à faire, il remet la feuille au gardien dont c'est le tour de service.

La transmission des feuilles d'une section à une autre ne se fait pas de la main à la main, mais par l'entremise des boîtes. L'échange de feuilles au moyen des boîtes de transmission et leur remise au moment où ils se relèvent l'un l'autre, forcent les gardes à observer strictement leurs heures de rondes et à maintenir ainsi la continuité des visites de la voie.

Si un garde, pendant sa tournée, était retenu par un travail quelconque, assez longtemps pour qu'il n'ait pas le temps d'arriver jusqu'à la boîte centrale ou de transmission, les gardiens voisins ne recevraient pas leurs feuilles et auraient un moyen d'esquiver le contrôle et de ne pas procéder aux visites qu'ils ont l'ordre de faire. Pour éviter cet inconvénient, on a recours dans de pareils cas à des feuilles de réserve, dont on remet un certain nombre à chaque garde sous forme de carnets à souche. Si un gardien, en arrivant à la boîte, n'y trouve pas de feuille, il doit y déposer une feuille de réserve. Le garde qui a été retenu par un travail quelconque, et n'a pu déposer sa feuille dans la boîte, doit en expliquer le motif au piqueur.

Le piqueur peut vérifier la régularité avec laquelle les gardes exécutent leurs rondes soit par les feuilles déposées dans la boîte centrale, soit par celles des boîtes de transmission, soit encore par celles que les gardes ont en main, en vérifiant si le numéro de la feuille correspond à l'heure fixée. En même temps, le piqueur consulte le tableau des rondes. La vérification faite, le piqueur envoie toutes les feuilles recueillies sur son district dans les 24 heures au bureau du chef de section ; celui-ci peut à son tour contrôler la manière dont le piqueur lui-même s'acquitte de ses fonctions par l'empreinte des estampilles, qu'il est tenu de changer en parcourant son district.

Chemin de fer de Griazi-Tsaritzyne. — On y a essayé et employé pendant quelque temps les appareils de M. l'ingénieur Valouiev.

L'appareil de M. Valouiev consiste en une caisse haute et étroite, dans la partie supérieure de laquelle est logé un mouvement d'horlogerie, réglé de telle façon que l'axe animé du mouvement le plus lent fait un tour en 24 heures. La paroi antérieure de la caisse présente dans presque toute sa longueur une fente, divisée en 24 parties subdivisées à leur tour chacune en quatre autres divisions, de sorte que la fente entière porte 96 divisions égales. A l'intérieur de la caisse, on applique contre la fente une bande de papier, divisée en 96 parties égales aux précédentes, de façon que ses divisions coïncident avec celles de la fente.

Sur l'axe du mouvement d'horlogerie qui fait une révolution, complète en 24 heures, est montée une poulie, laquelle porte une courroie sans fin, passant sur une poulie de renvoi fixée au

bas de la caisse. En un certain point de cette courroie est percé un trou; on le met à l'heure à laquelle on monte le mécanisme. Pendant toutes les heures suivantes, le trou se déplacera d'un mouvement uniforme et découvrira sur la bande de papier la division correspondante à l'heure indiquée. Le trou est muni d'un indicateur, sous forme de flèche, pour marquer d'une façon plus apparente la division de la fente.

Chaque gardien est muni d'une estampille à ressort, dans laquelle on loge une lettre ou un chiffre métallique. Sur trois sections consécutives, ces lettres doivent être différentes, de façon que les gardiens ne puissent pas se les prêter.

Ces appareils de contrôle étaient installés dans des guérites aux extrémités des postes de ronde et étaient remontés journellement par les piqueurs ou les chefs d'équipe. Chaque garde-ligne, en arrivant à l'appareil de contrôle, devait apposer son estampille sur la bande de papier, qui marquait le moment où le gardien était arrivé à l'appareil, l'estampille ne pouvant être apposée qu'à travers l'ouverture pratiquée dans la courroie sans fin, faisant un tour complet en 24 heures. Les bandes de papier estampillées avant le remontage du mécanisme d'horlogerie sont enlevées et envoyées au bureau de la section, où elles servent à noter les fautes commises par les gardes. A cet effet, on les compare à des bandes normales, c'est-à-dire estampillées comme elles doivent l'être quand les rondes se font régulièrement.

L'inventeur lui-même a cependant substitué à cet appareil un modèle simplifié.

On fixe sur l'axe de l'aiguille des heures d'une montre ordinaire un cadran en papier sur lequel les heures sont marquées, non de gauche à droite, mais de droite à gauche. Si on règle ce cadran de façon qu'à midi l'aiguille marque XII heures sur le cadran mobile et sur le cadran fixe, quand il sera une heure, le chiffre I du cadran mobile coïncidera avec le chiffre XII du cadran fixe; à deux heures, le chiffre II coïncidera avec le chiffre XII et ainsi de suite.

La montre est enfermée dans une caisse fermée à clef, et en face du chiffre XII du cadran fixe on pratique deux ouvertures dans la paroi antérieure de la caisse. Ces ouvertures sont indispensables pour ne pas confondre les rondes de jour avec celles de nuit, car le cadran fait deux tours dans l'espace de 24 heures.

Chaque garde, en visitant son poste, appose à travers l'une de ses ouvertures son estampille sur le cadran mobile; un autre garde ne saurait apposer son estampille en son lieu et place, car les gardes des sections contiguës ont des estampilles avec des lettres et des chiffres différents. Les marques apposées sur le cadran mobile permettent de juger de la régularité des gardes.

Le cadran mobile de cet appareil demande à être changé une fois toutes les 24 heures. C'est pourquoi M. Valouiev a proposé un autre cadran pouvant servir pendant huit jours.

Un mouvement d'horlogerie qui se remonte une fois par semaine est aussi enfermé dans une caisse. Sur l'axe qui fait un tour en 24 heures, on fixe un cadran portant 8 cercles concentriques. Le cercle extérieur comporte 24 divisions, autant que d'heures dans la journée, les 7 autres cercles ont le même nombre de divisions et correspondent chacun à un jour de la semaine. Dans la paroi antérieure de la caisse sont pratiquées des ouvertures à travers lesquelles les gardiens apposent leur estampille.

Pour que les gardiens ne puissent pas apposer leur estampille plusieurs jours à l'avance, on ajuste sur l'axe du mécanisme qui fait une révolution complète en une semaine un disque divisé en 7 secteurs égaux, dont chacun porte une ouverture correspondant à un jour de la semaine. De cette façon, il n'est possible d'apposer chaque jour l'estampille sur le cadran qu'à l'endroit qui correspond à ce jour.

Chacun des systèmes de contrôle mécanique des gardes-ligne décrits a ses partisans, mais on peut les critiquer tous.

On voit d'après ce qui précède que le système le plus usité sur les chemins de fer

russes est celui de M. Grinévetski. La pratique a démontré que ce système offrait les avantages suivants :

1° Il est assez simple et n'exige pas de la part des agents inférieurs de manipulations compliquées ou d'efforts particuliers d'esprit pour transporter les feuilles de ronde;

2° Il offre une certaine liberté d'action aux gardes, puisque dans le cas où ils sont obligés d'exécuter un travail quelconque sur la ligne, ils ont des feuilles de réserve et ne sont pas obligés de se presser pour arriver à la boîte de contrôle;

3° Il rend le contrôle facile : le piqueur, en examinant les feuilles contenues dans la boîte fixée à son habitation, peut se rendre compte s'il a été fait le nombre voulu de rondes dans un temps déterminé; en vérifiant, d'autre part, si les lettres de l'estampille déposée dans la boîte située à l'extrémité de son district ont été changées, il peut découvrir si les gardes ont commis quelque supercherie. Enfin, la présence d'une feuille de réserve dans la boîte force le piqueur à rechercher les causes auxquelles elle est due;

4° Les chefs de section peuvent surveiller les piqueurs d'après le nombre de changements des chiffres ou des lettres de leurs estampilles;

5° Le contrôle de chaque district se fait indépendamment des autres; en outre, l'inobservance de l'ordre des rondes par un des gardes ne saurait influer sur la régularité des rondes des autres.

Quant aux défaut du système Grinévetski, ils sont communs à tous les procédés de contrôle mécanique, et consistent :

1° A développer chez les gardes l'opinion que le principal but des rondes est de transporter les feuilles de contrôle et non de visiter la voie;

2° Dans la possibilité de faire porter les feuilles par des enfants ou d'autres personnes.

Mais la pratique a démontré que les gardes-ligne se mettent assez vite à comprendre que le transport des feuilles ne constitue pas le principal but de leurs fonctions, quoiqu'il doive être pratiqué constamment et régulièrement.

En cas de négligence d'un garde quelconque, son voisin ne trouvant pas la feuille de contrôle dans la boîte dépose une feuille de réserve, ce qui ne manque jamais d'attirer l'attention du piqueur. Il arrive rarement que les gardes cherchent à tromper en envoyant à leur place des enfants ou d'autres personnes étrangères; s'ils le faisaient, ils pourraient être facilement découverts, car ils restent alors sans feuille d'ordre.

Procédé de M. l'ingénieur Ignatius et de M. Mikouline. — Le désir d'enlever aux gardiens définitivement toute possibilité de pratiquer ce genre de fraude, et de débarrasser en même temps les bureaux des chefs de section du soin de vérifier un nombre très considérable de feuilles de contrôle, a poussé MM. Ignatius et Mikouline à inventer leurs appareils de contrôle.

Ces appareils ont la forme d'une boîte en tôle et sont fixés à des poteaux aux extrémités de chaque section de ronde. La face de la boîte qui est tournée vers la voie porte à sa partie supérieure un cadran divisé, avec des chiffres représentant les numéros d'ordre des rondes que doit faire chaque garde dans l'espace de 24 heures et une aiguille mue par un mécanisme logé dans la boîte; au bas se trouve un tableau indiquant les heures des rondes obligatoires. A l'une des extrémités de la section, le cadran de l'appareil porte les numéros pairs des rondes; à l'autre, les numéros impairs.

Le mécanisme intérieur de l'appareil consiste principalement en deux roues dentées d'inégale grandeur, dont la plus petite est fixée sur l'axe qui traverse le cadran et fait mouvoir l'aiguille; à la plus grande, celle du bas, qui peut librement tourner autour de son axe, mais dans un sens seulement, est soudé un anneau plat, sur le pourtour duquel il y a des cavités ménagées pour y loger des fiches de contrôle en plomb, en nombre suffisant pour la semaine.

Dans la face postérieure de l'appareil, il y a une porte dont la clef doit se trouver entre les mains du piqueur, et une cavité dans laquelle le garde peut loger la fiche qu'il a apportée avec lui; la boîte a aussi une paroi d'arrière pleine, qui peut glisser de haut en bas dans les rainures des parois latérales et dont la clef est chez le garde. Après avoir ouvert et soulevé cette paroi, il doit loger, à travers l'ouverture de la porte, dans la cavité vide une fiche avec le numéro d'ordre de la dernière ronde, faire avancer l'anneau de la largeur de cette cavité pour enlever l'autre fiche en vue de la ronde suivante, et la porter à la boîte qui se trouve à l'autre extrémité de la section. De cette façon, le garde doit toujours être muni de la fiche portant le numéro d'ordre de la ronde à faire, et chaque fois qu'il fait avancer l'anneau de la largeur d'une cavité, ce mouvement est transmis à l'aiguille qui marque le numéro de la ronde qui vient d'être faite. Les numéros du cadran sont assez gros pour être aperçus du train.

Le piqueur est tenu de vérifier ces appareils au moins une fois par semaine et de signaler toutes les irrégularités dans un rapport au chef de distance.

Des appareils de ce genre sont en ce moment à l'essai sur plusieurs lignes. De l'avis des inventeurs, leurs avantages se résument de la manière suivante :

1° Impossibilité absolue de frauder et de tromper le contrôle, conditions qui impriment un caractère de vérité absolue aux indications;

2° Simplicité et solidité des appareils, qui ne se détériorent que très difficilement;

3° Possibilité de dire au juste quel est l'agent coupable de n'avoir pas fait sa ronde;

4° Inutilité d'un bureau spécial pour examiner journellement une masse de documents comme dans le système de contrôle de Grinévetski et tous les autres;

5° Une certaine liberté d'action accordée au garde pendant l'accomplissement de ses fonctions durant les rondes; cette liberté est indispensable pour que le travail exécuté par le gardien soit aussi productif que possible;

6° En plus de tous les avantages énumérés ci-dessus, bon marché relatif de l'appareil de contrôle; si la quantité à fabriquer était un peu considérable, il ne reviendrait qu'à 15 roubles par verste, pour le modèle le plus compliqué, et à 10 roubles pour le plus simple.

DEUXIÈME PARTIE

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Constructions mécaniques des chemins de fer.

CHAPITRE II

Locomotives.

CHAPITRE III

Voitures et wagons.

CHAPITRE IV

Matériel roulant des lignes secondaires et d'intérêt local.

CHAPITRE V

Organisation du service de la traction et du matériel roulant.

CHAPITRE PREMIER

Constructions mécaniques des chemins de fer russes.

Par MM. B.-B. SOUCHINSKY et N.-J. TSCHAIKOVSKY

INGÉNIEURS

---

1. — Coup d'œil général sur les ressources dont dispose la Russie pour la construction et la réparation du matériel mobile des chemins de fer et sur les règlements y relatifs.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — C'est en 1833 que fut construite, en Russie, la première locomotive nationale. Elle était due à un technicien nommé Tchérépanov, qui avait eu l'occasion de suivre des essais de locomotives en Angleterre.

Cette machine marchait à la vitesse de 12 à 15 verstes à l'heure, sur des rails en fonte; elle remorquait un poids de 200 pouds [1]. Cependant, ce fait devait rester sans influence sur le développement ultérieur de la construction du matériel roulant en Russie. Il est incontestable, en effet, que pendant la première période de l'existence de nos chemins de fer, ni notre industrie métallurgique, ni notre industrie de la construction mécanique n'étaient en mesure de répondre aux besoins nouveaux qui venaient de surgir. Il nous fallut donc, sous ce rapport, agir comme le firent nos ancêtres pour le gouvernement de l'Empire aux débuts de son existence, c'est-à-dire faire appel aux étrangers et leur dire : « Venez et gouvernez. » Cet appel fut entendu; les étrangers arrivèrent et se mirent à gouverner. Ils ne le firent pas cependant comme les Varègues de l'ancien temps, qui s'assimilèrent rapidement au peuple inconnu, mais ils agirent plutôt comme des professeurs et conservèrent leurs défauts et leurs qualités. Ils étaient d'ailleurs, pour la plupart, des spécialistes de talent et furent pour nous d'excellents initiateurs dans la science de la construction du matériel roulant et de la traction des chemins de fer. Mais l'industrie de la construction mécanique appliquée aux chemins de fer ne put guère se développer progressivement en Russie avant 1860, car, dans le but de pouvoir remplir leurs engagements dans le délai fixé et de sauvegarder les intérêts considérables qui leur étaient confiés, les constructeurs usèrent largement du droit qu'ils avaient obtenu de commander leur matériel roulant à l'étranger. Une ère plus favorable s'ouvrit après 1866, lorsque parut l'ordre impérial prescrivant de faire toutes les commandes pour les chemins de fer à l'intérieur de l'Empire, quelles que fussent les difficultés qui pouvaient en résulter. Grâce à cette mesure, maintenue d'ailleurs jusqu'à ce jour, et grâce aussi à des droits protecteurs (ceux qui étaient en vigueur antérieurement à l'année 1891, époque de la revision générale des tarifs, et ceux qui

---

[1] *Journal des Mines*, de 1835.

sont en vigueur actuellement), la construction des chemins de fer prit un développement rapide et soutenu. Il en résulte qu'aujourd'hui la qualité de certains objets construits en Russie ne le cède en rien à celle des objets similaires de provenance étrangère.

La construction régulière des locomotives et des wagons fut commencée en Russie à partir de l'année 1844, pendant l'établissement du chemin de fer Nicolas, à l'usine Alexandrovsk, située aux environs de Saint-Pétersbourg, au moment où la direction de cet établissement passa aux mains de l'Administration des voies de communication.

Plus tard, en 1853, pendant la construction du chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie, des ateliers de locomotives furent établis à l'usine du duc de Leuchtenberg, à Saint-Pétersbourg. On peut facilement se rendre compte de l'insuffisance du développement de l'industrie de la construction mécanique appliquée aux chemins de fer en Russie pendant cette période, si l'on considère l'énorme quantité de matériel mobile nécessitée par la rapide construction des voies ferrées. En effet, les deux usines que nous venons de citer n'ont construit, jusqu'en 1869, qu'un total de 220 locomotives, alors que, pendant le même laps de temps, il a été importé en Russie, presque sans droits de douane, plus de 1,000 locomotives.

La conséquence naturelle des leçons qui nous furent données par nos maîtres étrangers, ainsi que des incontestables services qu'ils nous rendirent, fut de faire reconnaître la nécessité : 1° d'utiliser la main-d'œuvre nationale préparée, jusqu'à un certain point, par Pierre I[er], qui avait créé une population ouvrière russe pour les diverses industries de la construction des machines, de la production du fer, de la fabrication des armes, etc., et 2° de préparer, en vue de l'administration future de la partie mécanique des chemins de fer, des nationaux pourvus d'une éducation technique appropriée. Aujourd'hui, tout le service de la traction et du matériel de nos chemins de fer est exclusivement entre les mains des Russes, si l'on néglige la faible proportion d'agents ou de contremaîtres d'origine étrangère, que l'on peut même considérer comme nationalisés, parce qu'ils sont établis et souvent mariés dans le pays.

Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer ici que c'est au caractère même de la nation qu'est due l'espèce de lenteur qui s'est manifestée dans les progrès de notre science mécanique. Bien que nos jeunes ingénieurs aient trouvé, dans le cours de leurs études sur la partie mécanique des chemins de fer, de précieux exemples dans les modèles français, allemands et anglais, plusieurs de ceux-ci se sont montrés mal appropriés aux conditions spéciales de la Russie. Alors, de même que l'agriculteur habitué à attendre patiemment les résultats de ses expériences pendant des années entières, l'ingénieur russe a dû perfectionner son œuvre lentement, mais avec patience, en se préoccupant d'une façon exclusive de l'asseoir sur des bases solides.

On peut reconnaître le bien fondé d'une pareille manière de procéder dans le seul fait des explosions de chaudières; elles sont, en effet, très rares en ce qui concerne les chaudières de locomotives, et l'on n'en connaît même pas de cas pour les chaudières fixes des ateliers de chemins de fer.

Il est certainement regrettable de voir encore nos usines et nos ateliers construire à des prix très élevés le matériel des chemins de fer, mais le seul moyen de mettre un

terme à cet état de choses consiste à développer la fabrication à mesure que s'accroît la concurrence; c'est au moins le devoir des ateliers de construction du matériel mobile, sinon celui des usines privées. De pareils ateliers, en effet, existent dans chaque chemin de fer; la plupart d'entre eux sont fort bien outillés et quelques-uns sont à même non seulement de réparer le matériel mobile, mais encore de construire de toutes pièces les locomotives et les wagons. Dans maintes circonstances, le travail qui sort de ces ateliers est de beaucoup supérieur à celui des usines privées.

Observation.—Il n'est pas question, dans le présent chapitre ni dans les deux suivants, du matériel de traction et de transport destiné aux chemins de fer d'accès et aux chemins de fer secondaires.

Principaux arrêtés du gouvernement et règlements publiés. — Le gouvernement a publié des règlements relatifs au service de la traction et du matériel des chemins de fer, au fur et à mesure des perfectionnements apportés au matériel roulant, en se conformant aux indications de la pratique favorisée par l'extension de l'exploitation et l'augmentation progressive du réseau. Sous ce rapport, le service du matériel et de la traction paraît être resté quelque temps en arrière des autres services, car ce n'est qu'à partir de 1869 que les arrêtés qui le concernent ont commencé à être publiés. Jusqu'à cette époque, il n'existait qu'un règlement de 1860, établissant les contours limites du matériel roulant et quelques données fondamentales relatives à la construction, à savoir : hauteur des centres des tampons au-dessus du niveau des rails, écartement d'axe en axe des tampons, largeur des bandages de roues, jeu entre les boudins des roues et les rails, etc., etc.

D'autres règlements ont ensuite été publiés :

En 1869, pour prescrire les dimensions minimums en longueur, largeur et hauteur que doivent avoir les caisses des wagons fermés et les plates-formes, ainsi que quelques détails relatifs à leur construction;

En 1870, pour fixer le gabarit du matériel roulant des chemins de fer à voie étroite (largeur : 1^m067);

En 1871, pour prescrire la visite annuelle des voitures, des wagons et des essieux, et la fermeture des baies de fenêtres dans les wagons;

En 1872, pour établir les dimensions normales et l'aménagement intérieur des voitures affectées au transport des prisonniers;

En 1874, pour prescrire l'aménagement pour le chauffage des voitures de 3e classe et l'application aux locomotives d'appareils pare-étincelles; pour indiquer la composition des trains, avec indication du nombre minimum d'essieux freinés dans tout le train;

En 1874, pour prescrire les conditions d'application du combustible minéral au chauffage des locomotives en vue d'économiser le bois, l'aménagement de compartiments spéciaux pour dames et pour non-fumeurs, l'obligation d'installer le chauffage à la vapeur ou à l'eau chaude dans toutes les voitures de 1re et 2e classes et la réduction de la vitesse de marche des trains pendant les froids de plus de 20° au-dessous de zéro; ainsi que pour fixer les dimensions normales à donner à l'intérieur des voitures, des wagons fermés et des plates-formes, conformément à des dessins-types;

En 1876, relativement aux mesures à prendre par les mécaniciens en vue d'éviter les incendies dus aux flammèches s'échappant des locomotives en marche; à l'obligation de désinfecter les wagons par la vapeur de la locomotive; à la fixation du jeu entre les boudins des roues et les rails; à la fabrication des roues du système Mansell avec du bois parfaitement sec;

En 1877, pour fixer le nombre minimum des roues freinées dans les trains, suivant la vitesse et les rampes, l'augmentation de charge des plates-formes et wagons-tombereaux en rapport avec la charge des wagons fermés et l'application aux locomotives des trains de voyageurs de l'appareil servant à écarter le bétail (*cow-catcher* ou chasse-vache) ainsi que pour obliger de mettre hors de service les essieux en acier (de même que les essieux en fer) ayant fait un parcours de 300,000 verstes;

En 1878, pour ordonner l'application aux locomotives d'appareils en bois pour écarter le bétail, et la mise hors de service de ceux de ces appareils qui sont capables de nuire à la solidité des machines;

En 1879, pour prescrire l'emploi de couleurs uniformes pour la peinture des caisses de wagons d'une même classe, et fixer le nombre maximum d'heures de travail du personnel employé sur les locomotives;

En 1880, pour prescrire l'uniformité de couleur pour la peinture des wagons-poste et l'aménagement d'un garde-fou autour des locomotives, ainsi que pour la durée du travail et du repos du personnel employé sur la locomotive;

En 1881, pour stipuler les conditions de l'essai des chaudières à vapeur et l'établissement des sifflets d'alarme sur les machines;

En 1882, relativement à l'essai des chaudières et des ponts à bascule;

En 1883, pour déterminer les règles à suivre pour l'arrangement du chauffage et de la ventilation des voitures;

En 1884, pour faire défense de substituer le chauffage au moyen de bois au chauffage au moyen de combustible minéral et pour donner le dessin de la boîte à graisse type;

En 1885, pour régler les délais de la visite des voitures et des wagons;

En 1886, pour prescrire les mesures destinées à préserver les forêts des incendies provenant des étincelles sortant de la cheminée des locomotives en marche, au moment du nettoyage du cendrier;

En 1888, pour fixer l'écartement normal entre les surfaces internes des bandages et les règles à suivre pour l'éclairage des voitures à l'huile minérale (température d'inflammation et poids spécifique de l'huile);

En 1889, pour stipuler les conditions générales auxquelles doivent satisfaire les freins pneumatiques et les mesures à prendre en vue de supprimer les dispositions incommodes dans les voitures;

En 1891, relativement à la mise en service des appareils mesureurs de la vitesse et au contrôle de leur régularité; aux mesures de précaution contre les incendies; aux conditions de construction, d'installation et d'entretien des chaudières à vapeur, ainsi qu'à l'inspection de ces appareils; à l'interdiction de l'emploi des huiles minérales pour l'éclairage des voitures; et enfin, à l'utilisation et à l'entretien du matériel roulant;

En 1892, enfin, pour fixer les dimensions minimums des bandages et des essieux de wagon admises pour la mise en service de ces organes; c'est à cette date que paraissent les instructions détaillées relatives à la visite et à l'entretien des chaudières à vapeur dans les chemins de fer, ces instructions complétant les règles générales déjà publiées par le Ministère des finances. La même année a été publié un type normal de wagon à marchandises.

Tous ces règlements ont été publiés à la suite d'indications précises, fournies par la pratique, dans le but d'obvier à toutes les difficultés que présente l'organisation du service du matériel et de la traction des chemins de fer et aussi d'obtenir l'uniformité.

Actuellement, toujours dans un but de prudence prévoyante, toutes les mesures prises, avant d'être rendues obligatoires, font l'objet de discussion et de délibération dans les Conférences annuelles de l'assemblée des ingénieurs du matériel et de la traction.

Observation. — La 4e partie du présent *Aperçu* fait mention de ces Conférences.

Toutes les mesures prises par le gouvernement ainsi que toutes les conclusions émises par la Conférence des ingénieurs du matériel et de la traction ayant spécialement trait aux chapitres suivants de la présente partie seront signalées à leur place respective. Cependant il y a lieu de citer ici les règlements généraux qui se rapportent aux locomotives, voitures, wagons, ateliers de chemins de fer et usines et dont voici les points les plus importants :

I. — Le gabarit du matériel roulant russe, établi conformément à la voie normale russe, est plus haut et plus large que celui des chemins de fer étrangers et que celui de l'Union des chemins de fer allemands. Il a par exemple : hauteur = 5m240 (au lieu de 4m150), largeur = 3m414 (au lieu de 3m150) (1).

La différence entre la largeur du gabarit et la largeur de la voie est de 2m240 (au lieu de 2m200).

L'espace minimum compris entre deux gabarits placés sur deux voies voisines est de 0m244, tandis que ce même espace est de 0m450 pour les gabarits de l'Union des chemins de fer allemands.

En vue d'apporter des améliorations dans la construction du matériel roulant, on se propose de compléter très prochainement le gabarit dans ses parties inférieure et supérieure.

II. — En ce qui concerne les hauteurs normales des axes des tampons au-dessus du niveau du rail et de l'écartement d'axe en axe des tampons, la Conférence des ingénieurs du matériel et de la traction a formulé les conclusions suivantes :

a) Pour les locomotives et les tenders, la hauteur d'axe des tampons au-dessus du niveau du rail doit être prise de 0m950 à 1m065; pour les wagons à marchandises chargés : de 0m950 à 1m035, et pour les mêmes wagons vides : de 0m970 à 1m085.

b) La différence des hauteurs des tampons entre deux unités du matériel roulant ne doit jamais être supérieure à 0m125.

c) L'écartement horizontal, d'axe en axe des tampons, pour le nouveau matériel doit être de

(1) Toutes les parties saillantes sont inscrites dans ce gabarit du matériel roulant.

1m780 avec une tolérance, de chaque côté, de 0m010; mais en ce qui concerne l'ancien matériel, l'écartement en question doit être renfermé dans la limite de 1m730 à 1m735.

III. — Il a été prouvé, en 1889, par la Conférence des ingénieurs du matériel et de la traction, que l'étude des dimensions extrêmes de l'appareil d'attelage des wagons à marchandises permet d'admettre, lorsque la puissance de traction est de 7,700 kilogrammes, les tensions suivantes :

a) Dans le tendeur. . . . . 7 kilogrammes par millimètre carré.
b) Dans le crochet . . . . 11 — —
c) Dans la tige du boulon, jusqu'à . . . . . . 13.7 — —
(en raison de la courbure de la maille et de la diminution du moment des efforts en jeu lorsque la tension est forte);
d) Dans les clavettes d'acier, la tension extrême au cisaillement est de 7.7 kilogrammes par millimètre carré.

IV. — En 1890, le Ministère des finances a publié les règlements concernant la construction, l'installation et l'entretien des chaudières à vapeur, remplaçant tous les règlements en vigueur jusqu'alors. Le Ministère des voies de communication, se basant sur cette nouvelle réglementation, publia de son côté des instructions détaillées, dont les points les plus importants méritent d'être signalés :

a) Les caractères du danger d'explosion offert par les chaudières à vapeur et devant régler leurs emplacements dépendent : de la surface de chauffe et de la pression de la vapeur. C'est ainsi que toute chaudière développant plus de 6 atmosphères effectives de pression intérieure (la pression atmosphérique extérieure étant retranchée), ainsi que celles dont la pression effective en atmosphères, multipliée par la surface de chauffe prise en pieds carrés, donne un chiffre supérieure à 200, — exception faite des chaudières multitubulaires dont les tubes (le collecteur excepté) ont un diamètre intérieur n'excédant pas 4 pouces et une surface de chauffe ne dépassant pas 300 pieds carrés, — ne peuvent pas être installées :

α) Au-dessous d'ateliers, de chambres, de logements ou de locaux ordinairement habités;

β) A l'intérieur des locaux signalés en (α); l'installation est cependant admise à titre exceptionnel dans des ateliers non couverts de voûtes et non munis de plafonds sur poutres, mais alors l'emplacement occupé par la chaudière à foyer indépendant doit être isolé du restant des ateliers par des cloisons de sûreté contre l'incendie, il doit être muni de dégagements et de portes; les chaudières alimentées par la chaleur perdue de certains foyers, ainsi que celles installées provisoirement, comme, par exemple, pour des travaux de construction, de mines, etc., ne sont pas assujetties à ces précautions de sécurité;

b) La couche d'eau minimum sur les surfaces susceptibles d'être portées au rouge par le feu doit être de 4 pouces de hauteur;

c) Il est réglementaire de procéder au moins une fois tous les deux ans à la visite intérieure des chaudières, et tous les six ans au moins à la visite extérieure;

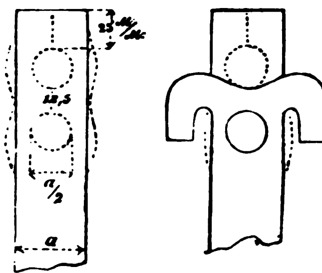
d) L'essai des chaudières de locomotives, à la pression hydraulique, doit avoir lieu au moins une fois tous les quatre ans. La visite intérieure doit toujours être accompagnée de l'essai à la pression hydraulique et cette dernière doit être poussée à 5 atmosphères au-dessus de la pression nominale de la chaudière. Le résultat de l'expérience est considéré comme satisfaisant si le manomètre n'indique pas une chute de pression de plus d'une atmosphère pendant une interruption de cinq minutes dans le fonctionnement de la pompe.

V. — Dans le but d'éviter, dans les travaux des ateliers ou usines, toute difficulté provenant de la variété des demandes qui leur sont adressées et afin de leur fournir des

indications précises sur la meilleure qualité des différentes sortes de fer à fournir, nous donnons ci-dessous le groupement des indices caractérisant la qualité des matériaux :

Essai à la rupture. — Une éprouvette de 200 millimètres de longueur est soumise à la rupture sous l'action d'une presse hydraulique. La résistance à la rupture du fer de 1re qualité ne doit pas être inférieure à 36 kilogrammes par millimètre carré de la surface transversale primitive de l'échantillon, en présentant un allongement de 18 p. c. au moins. La résistance à la rupture du fer de 2e qualité ne doit pas être inférieure à 34 kilogrammes par millimètre carré, avec un allongement d'au moins 12 p. c. Si la résistance à la rupture se présente un peu au-dessous des chiffres ci-dessus (tout en n'étant pas inférieure à 33 kilogrammes par millimètre carré pour la 1re qualité et à 31 kilogrammes pour le fer de 2e qualité), alors que l'allongement reste supérieur aux limites indiquées, on admet qu'il soit fait le calcul suivant : chaque unité pour cent d'allongement excédant est considérée comme équivalent à une résistance à la rupture de 500 grammes par millimètre carré. Le fer de 3e qualité n'est pas soumis à l'essai à la rupture.

Essai de pliage à froid. — *a*) Pour le fer de 1re qualité, une barre à essayer, d'un diamètre ou d'une épaisseur d'au moins 37 millimètres, devra pouvoir se plier complètement sur elle-même au marteau, sans montrer au pliage ni crique, ni gerce. Lorsque l'éprouvette a 37 millimètres et plus et qu'au pliage elle ne présente ni crique ni gerce, elle doit pouvoir être pliée, à 180°, autour d'un axe dont le diamètre est égal au diamètre ou à l'épaisseur de l'éprouvette.



b) Pour le fer de 2e qualité, une barre de quelque diamètre ou de quelque épaisseur que ce soit, doit pouvoir être pliée, à 180°, autour d'une tige d'un diamètre double de l'épaisseur ou du diamètre de l'éprouvette, sans qu'à l'angle il se présente de crique ou de gerce.

c) Pour le fer de 3e qualité, l'essai est le même que pour le fer de 2e qualité, mais on tolère quelques criques à l'endroit du pliage, pourvu cependant qu'elles n'entraînent pas la rupture du métal.

Essai de pliage à chaud. — *a*) Pour le fer de 1re qualité, dans l'axe, à 25 millimètres de l'extrémité d'une éprouvette portée au rouge clair, on perce, à l'aide d'un poinçon conique, un trou d'un diamètre égal à la demi-largeur de l'éprouvette, puis un second trou, toujours dans l'axe de la pièce, distant du premier de 12 millimètres bord à bord ; cela fait, on coupe l'extrémité de l'éprouvette dans le sens de l'axe jusqu'au bord du premier trou, et les deux parties sont écartées et recourbées de chaque côté. Cette opération doit se faire sans qu'il se présente ni crique ni gerce à l'endroit du pliage. L'éprouvette, portée au rouge sombre, doit pouvoir se plier complètement sans présenter de défaut.

b) Pour le fer de 2e qualité, l'éprouvette portée au rouge clair doit pouvoir se plier complètement à 180° autour d'une tige d'un diamètre ou d'une épaisseur égale au diamètre ou à l'épaisseur de la barre d'essai, sans présenter ni crique ni gerce à l'endroit du pliage.

c) Pour le fer de 3e qualité, l'essai est le même que pour le fer de 2e qualité, mais on tolère quelques criques, à condition qu'il n'y ait pas rupture du métal.

Au cours des essais, les barres mises à l'essai doivent pouvoir se plier sur leur plat sans précautions spéciales.

On entend par rouge clair la température ordinairement employée dans le forgeage à chaud.

Essai de soudure. — Le fer des trois qualités envisagées doit pouvoir se souder légèrement. Le fer qui se soude mal ne doit être ni acheté ni commandé par les chemins de fer.

Soudure électrique. — Il n'est pas hors de propos de signaler ici les principaux détails de la nouvelle méthode de travailler les métaux due à l'inventeur russe

M. Bénardos et qu'il a nommée électrohephaeste (vulcain électrique) [1]. Ce nouveau procédé a été mis à l'essai depuis quelques années dans un certain nombre de chemins de fer (Kozlov-Voronège-Rostov, Orel-Vitebsk) et usines (de Kolomna, etc.) et il est resté en usage comme moyen économique.

On peut, grâce à ce procédé, souder des tôles de fer, de préférence les tôles minces ayant jusqu'à 3 millimètres d'épaisseur, les rayons et jantes de roues, les portions en cuivre des foyers, les cadres des tiroirs, les guides de pistons, les châssis de locomotives et de wagons, les cylindres à vapeur, etc. Les machines dynamos employées à faire les soudures par ce procédé servent aussi à produire l'éclairage des ateliers.

L'installation d'un atelier de soudure électrique pour deux appareils à souder comprend 250 éléments d'accumulateurs par appareil et une dynamo d'une force de 150 volts et 120 ampères; elle revient à 10,600 roubles environ, sans compter la machine à vapeur et sa chaudière, ni la redevance à verser à l'inventeur.

Le coût de la soudure d'un pouce courant d'un joint revient à 0.68 copeck; celui de tôles minces de 3 millimètres et moins revient à 1 copeck, si l'on ne tient pas compte des frais généraux. En faisant intervenir ce facteur, le premier des chiffres devient de 1.9 copeck à 2 copecks. Le prix auquel revient la soudure des différents objets peut être estimé à 1 r. 5 c. par heure de travail, frais généraux compris.

Quelques usines, ainsi que le chemin de fer de l'Oural, ont essayé, dès l'année 1891, la fusion et la compression des objets par le procédé de Slavianov. La caractéristique de ce procédé réside dans ce fait que l'électrode métallique servant à opérer la fusion sert à régulariser automatiquement la longueur de l'arc électrique à l'aide d'un régulateur spécial.

Ce procédé Slavianov utilise le courant électrique pour fondre les métaux, pour ajouter du métal à une pièce achevée, ou pour augmenter la densité d'un métal, tandis que le procédé Bénardos ne met en pratique qu'un moyen de souder les métaux.

M. le professeur Béléloubsky, directeur du laboratoire de l'Institut des voies de communication, a présenté à la commission du jury de la dernière exposition nationale de Saint-Pétersbourg et à l'Administration des chemins de fer de l'État, la description complète de ces procédés dans les termes suivants :

« Il est essentiel, en examinant les inventions de MM. Slavianov et Bénardos, de spécifier les points qui les distinguent. Or, on peut établir la différence qui existe entre les inventions de ces deux exposants, en examinant : 1° les travaux exécutés devant la commission du jury; 2° les échantillons présentés à l'exposition ; 3° les rapports relatifs aux différents travaux exécutés dans les établissements industriels; 4° le texte des brevets.

« Comme on peut le voir par le texte du brevet de M. Slavianov, ce dernier emploie, pour la fusion, des tiges du métal à fondre qui servent en même temps d'électrode à l'arc. Les bâtons de charbon ne sont exclusivement employés que pour donner aux objets fondus plus de compacité par addition de graphite. De plus, M. Slavianov applique toujours le moulage en faisant la coulée du métal fondu. Les échantillons exposés, les dessins des travaux exécutés à la fonderie de canons de Perm, ainsi que les travaux exécutés devant les membres de la commission,

---

[1] Voir le *Compte rendu de la troisième session du Congrès des chemins de fer* (Paris, 1889), vol. II, p. XI-122.

montrent nettement que l'emploi de la tige fondante et le moulage constituent les principes de la fusion électrique des métaux de M. Slavianov.

« Si l'on examine maintenant le procédé Bénardos, tant en se reportant au texte du brevet qu'en examinant les échantillons exposés et les rapports publiés relativement aux travaux exécutés dans les usines russes et anglaises, on voit qu'on n'emploie jamais que des tiges de charbon pour développer l'arc voltaïque et que c'est dans ce dernier que sont fondus des petits morceaux de métal. L'arc voltaïque se produit entre l'électrode en charbon et l'objet travaillé. Cette méthode est bien conforme à ce que spécifie le brevet de M. Bénardos, dont le texte dit : « L'arc voltaïque se produit en rapprochant les électrodes en charbon (ou toute autre matière « conductrice), le charbon devenant ainsi pôle positif ou négatif... » Et plus loin : « On peut « fondre de cette façon des couches de métal et les superposer l'une à l'autre, c'est-à-dire « couvrir la surface d'un objet métallique d'un autre métal amené à fusion par l'arc. C'est dans « ce dernier qu'est placée une tige du métal à fondre, dont on recouvre alors la surface d'un « objet métallique quelconque, que la fusion s'opère soit goutte à goutte, soit d'une façon « continue. La barre du métal à fondre doit être isolée... »

« On voit que la condition même, que le métal à fondre doive être isolé, comme l'indique le brevet, implique l'impossibilité qu'il puisse servir d'électrode à l'arc. Le texte de ce brevet ne dit, à aucun endroit, que ces électrodes puissent être formées du métal à fondre ; d'ailleurs, comment la chose serait-elle possible, étant donné que la partie soudante est, dans la méthode Bénardos, tenue à la main, et ceci pendant un temps plus ou moins long? Cette interprétation est, en outre, entièrement confirmée par les examens des échantillons exposés; parmi ces derniers, il en est trois de trop petites dimensions pour qu'on puisse juger de la façon dont ils ont été produits, mais dans les plus grands on reconnaît bien la trace des tiges en charbon aboutissant au métal fondu.

« Enfin, il résulte des travaux de l'inventeur comme de différents articles de journaux spéciaux, que toutes les usines qui utilisent le procédé Bénardos ne le mettent en œuvre qu'avec des électrodes en charbon, pour opérer simplement des soudures, et quelquefois pour boucher des petites fissures avec du métal fondu. Quant à la fusion proprement dite, ou à la surcharge d'une pièce de métal par la fusion, ce sont là des opérations que ces mêmes usines ne font jamais.

« Me basant donc sur ces indications, je propose de considérer le procédé Bénardos comme un procédé de soudure, et celui de Slavianov comme un procédé de fusion permettant aussi la surcharge des pièces métalliques.

« Pour estimer la valeur que ces procédés peuvent offrir dans la pratique, il est indispensable : *a*) de faire des essais de résistance sur les métaux soudés et sur le métal formant la soudure elle-même ; *b*) d'examiner, au point de vue chimique, le métal formant la soudure ou la pièce coulée ; *c*) de faire des essais pratiques des procédés dont il vient d'être question.

« De l'examen des documents qu'on possède jusqu'à présent sur les recherches techniques déjà faites, il est impossible de donner la préférence à l'un des procédés plutôt qu'à l'autre. Les expériences les plus complètes ont été faites sur des échantillons obtenus avec le procédé Bénardos, au laboratoire mécanique de l'Institut des voies de communication, et fournis par le chemin de fer d'Orel-Vitebsk. Les résultats obtenus montrent que : *a*) pour la fonte, la soudure et la partie soudée se montrent plus dures que la fonte elle-même ; *b*) pour le fer, les mêmes parties présentent des qualités qui se contredisent, en ce sens que la rupture se fait tantôt dans le corps du métal, tantôt dans la soudure, cette dernière cependant ne présente plus le caractère de douceur du métal, même quand celui-ci la possédait (l'allongement obtenu est faible) ; *c*) dans l'acier, la rupture se produit à la soudure ; *d*) dans le cuivre, la rupture se produit à la soudure avec un fort abaissement dans la résistance (très probablement à l'endroit où la soudure se confond avec le métal).

« Ces expériences datent de 1889 ; mais j'estime qu'en ce qui concerne les constructions

métalliques soumises à des tensions considérables, telles que ponts, grues, etc., il est prudent de ne pas appliquer encore la soudure électrique, bien que les expériences faites donnent, pour le fer et la fonte, d'une façon assez régulière, des résultats satisfaisants ; il faut tenir compte, il est vrai, que dans les cas que nous signalons, nous avons besoin non pas d'une résistance temporaire, telle que la donnent des expériences, mais bien d'une résistance absolument durable.

« Quant à toutes les parties accessoires des constructions, qui n'ont pas à supporter des charges variables, des vibrations ou des chocs brusques, j'estime qu'elles peuvent s'accommoder d'une façon complète des nouveaux procédés, particulièrement quand il s'agira de fer ou de fonte; pour l'acier et le cuivre, il faut agir plus prudemment, jusqu'à ce que les résultats obtenus deviennent plus nets, puisque pour ces deux métaux on trouve une diminution de la résistance; cette exception n'affecte cependant pas les travaux de faible importance, tels que, par exemple, les transmissions pour travaux manuels. »

Ces procédés ne se sont pas fort répandus; mais comme ce sont des découvertes nationales, c'est en Russie qu'elles ont été mises en pratique en premier lieu.

C'est ce que confirme d'ailleurs le texte des nouvelles conditions de réception (juillet 1892) ci-après des pièces livrées aux chemins de fer de l'État, et soudées électriquement :

1° L'application de la soudure électrique des métaux est admise dans les constructions secondaires et pour les objets qui ne sont pas soumis à des efforts extérieurs considérables, et qui ne supportent pas des charges variables, comme les transmissions à main, les réservoirs et autres objets analogues; pour toutes les pièces soumises à l'action des forces extérieures considérables, comme des ponts, des grues, des parties du matériel roulant, la soudure électrique est interdite jusqu'à ce qu'il ait été pris de nouvelles décisions à cet égard par le conseil des ingénieurs;

2° L'inspecteur général des usines est prié : 1° de donner des instructions dans ce sens aux inspecteurs des différentes usines, en leur recommandant de demander des indications précises à l'inspecteur principal des usines, toutes les fois que l'acceptation de la soudure électrique leur paraîtra douteuse; 2° de communiquer ces indications au président de l'Administration des chemins de fer de l'État.

On retrouve bien dans ce texte le sentiment de la sage prudence des techniciens russes, prudence que nous conseillions plus haut.

2. — Ateliers des chemins de fer pour la réparation des machines et du matériel roulant.

Considérations générales. — Suivant ses besoins, chaque chemin de fer possède au moins un atelier de réparation des machines et du matériel roulant, et jamais plus de trois. Quelques-uns de ces ateliers sont si puissamment outillés qu'ils peuvent construire, et construisent, du reste, du matériel roulant neuf. On peut signaler, par exemple, les ateliers du chemin de fer Nicolas, qui sont situés aux environs de Saint-Pétersbourg et qui ont pris le nom d'usine mécanique d'Alexandrovsk; ils construisent régulièrement des locomotives, des voitures et des wagons; les ateliers de Kiev, des chemins de fer du Sud-Ouest, construisent également des locomotives et des wagons. Plusieurs autres ateliers, tels que ceux des chemins de fer du Sud-Ouest, de Griazi-Tsaritzyne, de Moscou-Kazane, de Libau-Romny, construisent des locomotives compound à double expansion; et les ateliers des chemins de fer de Nijni-Novgorod, Rybinsk-Bologoë, de Vladicaucase et d'autres encore construisent de toutes pièces des wagons et des voitures.

Les ateliers les plus importants sont ceux du chemin de fer Nicolas à Saint-Pétersbourg, qui occupent 1,800 ouvriers; viennent ensuite ceux de Kiev et d'Odessa, appartenant aux chemins de fer du Sud-Ouest et occupant chacun 1,000 ouvriers. La plupart des ateliers occupent une moyenne de 500 ouvriers environ, et les autres ateliers indépendants, qui forment la minorité, comprennent de 50 à 200 ouvriers.

On compte en tout près de 50 ateliers de chemins de fer répartis sur 940 emplacements différents et capables de mettre simultanément en réparation 800 locomotives, tandis qu'un nombre égal de machines peuvent être réparées dans les dépôts.

Par le caractère des travaux qu'ils exécutent, les ateliers de chemins de fer russes ont une grande analogie avec ceux du centre de l'Europe. C'est ainsi qu'aucun de nos ateliers ne produit d'acier Bessemer, Siemens-Martin ou autre; aucun ne lamine ses rails ou ses tôles de chaudronnerie, comme cela se fait dans les ateliers des grandes Compagnies de chemins de fer en Angleterre; un petit nombre possède des laminoirs à petits fers, tel est le cas des ateliers de Griazi-Tsaritzyne, de Voronège, de Roslov, d'Eletz et autres.

Les ateliers principaux des grandes lignes et particulièrement les ateliers centraux des chemins de fer du Sud-Ouest, de Griazi-Tsaritzyne, de Pétersbourg-Varsovie et d'autres encore sont de véritables usines munies du chauffage à la vapeur, de la lumière électrique, des secours contre l'incendie, de laboratoires, de téléphones et de tous les perfectionnements modernes.

L'organisation et le travail de ces ateliers ne sont soumis à aucune réglementation gouvernementale spéciale; ils doivent simplement observer les règlements généraux qui régissent toutes les usines. Ils ont, en outre, à se conformer aux ordonnances spéciales publiées par le Ministère des voies de communication relativement aux conditions techniques de certaines fabrications, ou au degré de capacité exigé des fonctionnaires d'un certain grade chargés de la direction.

Travaux et outillage des ateliers. — L'outillage des ateliers est très varié. Parmi ceux qui possèdent les appareils les plus nouveaux et les plus perfectionnés, il convient de citer les ateliers des chemins de fer du Sud-Ouest et de Vladicaucase, puis ceux de Libau-Romny, de Kharkov-Nicolaïev, de Koursk-Kharkov-Azov, de Kozlov-Voronège-Rostov, de Moscou-Kazane, de Priviliansk, etc. Les ateliers les plus anciens, ceux de Varsovie-Terespol, et l'usine Alexandrovsk, sont encore largement pourvus de tours d'ancien modèle provenant de maisons anglaises et allemandes. Les meules à émeri et les fraiseuses sont maintenant aussi fréquemment utilisées dans nos ateliers de chemins de fer que dans les ateliers français, belges et allemands.

Les travaux des grands ateliers de chemins de fer, ainsi que leur développement, dépendent entièrement des conditions et des exigences spéciales de chaque ligne. Un aperçu de l'usine Alexandrovsk, par exemple, définirait le caractère et les exigences de la grande ligne qui sert à relier les deux villes de Saint-Pétersbourg et de Varsovie, et possède un mouvement de transit très considérable. Une description analogue des ateliers des autres lignes serait aussi très intéressante. Malheureusement, cette partie de l'exploitation de nos chemins de fer est encore peu étudiée et il faut nous borner à un

aperçu sommaire des ateliers des chemins de fer Sud-Ouest, de Kiev et d'Odessa, qui se distinguent par des installations particulièrement soignées, et à une description plus détaillée des ateliers du chemin de fer Nicolas.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES ATELIERS DES CHEMINS DE FER SUD-OUEST. — Ils sont situés à Odessa et se divisent en deux sections. La première occupe un emplacement de 7,020 sagènes carrées (31,964 mètres carrés) et se compose des parties suivantes :

1° La fonderie avec ses appareils de moulage mécanique; 2° l'atelier des modèles avec ses outils à travailler le bois; ceux-ci sont mus par une transmission qui est actionnée elle-même par le moteur principal à l'aide d'un renvoi funiculaire passant au-dessous du sol; 3° les forges; 4° l'atelier de fabrication des ressorts; 5° l'atelier de chaudronnerie avec les appareils Tvedel pour le rivetage hydraulique et des tours mis en mouvement par une transmission à câble métallique; 6° l'atelier des roues; 7° l'atelier pour la préparation des limes; 8° l'atelier de tournage et d'ajustage; 9° l'atelier de traçage et des machines-outils; 10° l'atelier de montage des locomotives et des tenders.

La section dévolue aux wagons occupe une superficie de 19,580 sagènes carrées (89,171 mètres carrés) et possède un emplacement spécial permettant de peindre à la fois 35 voitures et 58 wagons; elle comprend : 11° l'atelier de peinture; 12° l'atelier de montage avec la place suffisante pour monter 60 wagons et 30 voitures, et les annexes indispensables pour : les tapissiers, les zingueurs-plombiers, le placement des boîtes à graisse et la fusion du métal des coussinets, et enfin la station d'essai des freins Westinghouse; 13° l'atelier de menuiserie avec toutes les machines à travailler le bois actionnées par des transmissions souterraines.

En raison de la construction des nouvelles lignes des chemins de fer Sud-Ouest depuis 1891, on est en train d'agrandir les ateliers de Kiev. Ces ateliers comprennent :

A. L'atelier de nickelage; *B*. L'atelier de chaudronnerie, occupant un emplacement de 163 sagènes carrées (744 mètres carrés) avec ses appareils et ses machines-outils mis en mouvement par un moteur à vapeur à deux cylindres actionnant directement l'arbre de commande; *C*. La fonderie de cuivre, d'une surface de 58 sagènes carrées (264 mètres carrés); *D*. et *E*. L'atelier de montage des locomotives et tenders, d'une superficie totale de 956 sagènes carrées (4,350 mètres carrés), où peuvent entrer en réparation, simultanément, 22 machines et 12 tenders; *F*. L'atelier de tournage et de finissage des roues, occupant un emplacement total de 523 sagènes carrées (2,384 mètres carrés); les tours sont actionnés par une machine Corliss à un cylindre d'une force de 170 chevaux indiqués, avec transmission par câbles; *H*. L'atelier des machines-outils; *K*, *L* et *M*. Les ateliers de tonnellerie et de montage des roues (presses hydrauliques) et de peinture, offrant une surface de 110 sagènes carrées (500 mètres carrés); *N*. et *O*. Des forges et des laminoirs, avec une superficie de 337 sagènes carrées (1,530 mètres carrés); *P*. Le compartiment central de la chaufferie, de 71 sagènes carrées (324 mètres carrés); *Q*. La station centrale d'éclairage électrique, d'une surface de 24 sagènes carrées (108 mètres carrés), qui doit alimenter, lorsque les travaux de reconstruction seront terminés, 56 régulateurs à arcs et 600 lampes à incandescence; *R*. Le laboratoire mécanique; *X* et *Y*. Les ateliers des wagons, comprenant deux bâtiments séparés occupant ensemble 2,387 sagènes carrées (10,866 mètres carrés); dans l'espace réservé aux réparations, on peut faire entrer simultanément 40 voitures à 6 roues et 40 wagons à marchandises; *U*. Le magasin au bois, de 64 sagènes carrées (290 mètres carrés); le séchoir à bois présente une superficie de 9 sagènes carrées (40 mètres carrés).

La production moyenne annuelle des ateliers de Kiev représente environ 1 million 200,000 roubles et ils occupent environ 1,000 ouvriers.

Parmi les principaux appareils perfectionnés qui existent dans les ateliers des chemins de fer Sud-Ouest à Kiev et à Odessa, on peut citer :

Pompe de compression capable de produire une pression de 100 atmosphères, actionnée par la transmission principale et destinée au rivetage hydraulique. Elle est munie d'un accumulateur de pression qui distribue l'eau sous pression aux riveuses, aux différentes presses hydrauliques et aux mécanismes de levage.

Grandes et petites riveuses (système Twedel).

Pont roulant hydraulique muni d'une riveuse hydraulique.

Presse hydraulique pour cintrer les tôles de chaudières et emboutir les fonds.

Grandes et petites meules d'émeri pour le travail du métal.

Meules d'émeri pour l'affûtage des outils.

Meules à aiguiser les forets et les mèches américaines.

Appareils de retaillage des limes.

Tours-revolver pour percer, aléser et tarauder (munis de 6 outils).

Machines à percer doubles servant à aléser les œils des bielles de locomotives et à tourner les boutons de manivelles sur les roues.

Tours à fabriquer les outils.

Machine à faire les boulons (système Vincent).

Machine à faire les écrous (système Vincent).

Machines à mouler.

Pompes à vapeur mobiles (système Favre).

Fours portatifs à réchauffer les bandages avec leur soufflerie.

Meules d'émeri pour retailler les fraises de toutes formes.

Broyeuses à couleurs et à blanc de céruse.

Machines à peigner le crin.

Machines à percer et à tarauder (système Kitson).

Scies à rubans pour les sciages des madriers et grosses pièces de bois.

Scies circulaires pour débiter les planches par quatre à la fois.

Scies circulaires à balancier pour débiter les planches transversalement.

Machines à mortaiser et à percer verticales pour la fabrication des mortaises et des entailles.

Machines à raboter les madriers et les planches minces sur les quatre faces.

Machines à faire les tenons.

Machines à faire les moulures.

Presses à estamper pour fabriquer les scies circulaires et les scies à rubans.

Chariots transbordeurs à vapeur et plaques tournantes pour la manœuvre des locomotives et des wagons, etc.

Description et historique des ateliers principaux du chemin de fer Nicolas (usine mécanique Alexandrovsk), depuis sa fondation. — Dès le siècle dernier, il existait aux environs d'Écatherinoslav une fonderie d'État qui fut gravement endommagée à la suite de l'inondation de 1824; c'est à la suite de cette catastrophe qu'a été fondée, la même année, l'usine actuelle en transférant d'Écatherinoslav à l'emplacement actuel toutes les machines et tous les appareils en même temps que l'administration, le personnel ouvrier et les contremaîtres.

Jusqu'à l'année 1843, l'usine Alexandrovsk, encore appelée fonderie, appartint à l'Administration des mines. Son fondateur fut M. Clarck, qui en conserva la direction pendant près de dix-sept ans. A sa mort, M. Foulon lui succéda et il remit l'usine à l'Administration des voies de communication en 1843.

Les travaux constituant les spécialités de l'usine comprenaient la fonderie de fer, de cuivre et de bronze, la construction des navires et la construction mécanique. L'usine a pris une part très active dans l'édification de plusieurs constructions monumentales à Saint-Pétersbourg, telles que : la reconstruction du palais d'hiver, l'édification du pont Anitschkov, du pont Bleu, du pont de Chaîne auprès du jardin d'été, etc., etc. C'est à cette usine que fut construit, en Russie, le second bateau à vapeur, le premier étant dû à l'usine Berte; c'est à partir de ce moment, du reste, que la construction des bateaux devint une des spécialités de l'usine. On y fabriqua également les boulets de canons et d'autres objets destinés aux administrations de l'État, ainsi que des statues et des ornements en fonte et en bronze.

Au début de la construction du chemin de fer Nicolas en 1843, comme nous l'avons dit plus haut, l'administration et le personnel ouvrier de l'usine furent remis à l'Administration des voies de communication en vue de construire et réparer le matériel roulant de la nouvelle ligne; c'est depuis cette époque que l'établissement prit le nom de « Usine mécanique Alexandrovsk ».

L'histoire de cette usine comprend trois périodes : de 1843 à 1869, de 1869 à 1884, et, enfin, de cette dernière année jusqu'à nos jours.

Première période. — Au moment du passage de l'usine aux mains de l'Administration des voies de communication, le gouvernement, en raison du manque de personnel spécial compétent, dut mettre à profit les services des étrangers, non seulement pour les projets et l'exécution du matériel mobile, mais encore pour en assurer l'entretien et les réparations pendant le cours de l'exploitation. Il fut reconnu indispensable alors de remettre l'approvisionnement du chemin de fer en locomotives et wagons, en même temps que les travaux de réparation et d'entretien de ce matériel à des agents-entrepreneurs agissant d'après des principes commerciaux.

Depuis 1843 jusqu'à 1869, ce poste d'agents-entrepreneurs fut occupé par des Américains, les frères Wynants, puis par une compagnie française, la maison Cail et Cie, et ensuite de nouveau par les frères Wynants.

C'est aux premiers que revint la tâche d'approprier l'usine à la construction et à la réparation du matériel roulant. A cet effet, elle fut tout d'abord reliée au chemin de fer Nicolas par une voie de raccordement; puis on construisit, sur un terrain vague, entre les bâtiments de l'usine et la ligne principale du chemin de fer Nicolas, des hangars en bois pour les ateliers de voitures à voyageurs et de wagons à marchandises; d'autres hangars, également en bois, furent édifiés pour servir au montage et à la réparation des locomotives et des tenders. Quant aux machines-outils, aux ateliers d'ajustage, aux forges et à la fonderie, ils furent répartis dans les bâtiments en maçonnerie de l'usine.

De 1843 à 1869, la direction n'édifia qu'un seul bâtiment en maçonnerie destiné à la forge. L'église en pierre, qui se trouve dans l'usine, fut élevée au commencement de 1860 par les soins du Ministère des voies de communication.

En leur qualité de possesseurs temporaires de l'usine, les directeurs étrangers ne cherchèrent évidemment qu'à agir avec la plus stricte économie dans la construction de ces bâtiments légers

en bois; néanmoins, leur disposition et leur construction furent effectuées d'une façon très rationnelle, et bien appropriées aux conditions que présentait alors l'établissement, avec un outillage fort complet; tout cela fut réalisé grâce à l'esprit pratique des ingénieurs spécialistes étrangers qui furent à la tête de l'entreprise et n'épargnèrent pas les dépenses là où elles pouvaient être largement récupérées.

De 1843 à 1869, l'usine Alexandrovsk construisit :

202 locomotives;
192 tenders;
251 voitures à voyageurs;
2,407 wagons à marchandises et wagons plates-formes.

En dehors de 41 locomotives série 3 pour trains de marchandises, construites à l'usine Cail, à Paris, et de 19 wagons-lits construits par la Compagnie Levestamm, à Moscou, tout le matériel roulant du chemin de fer Nicolas jusqu'en 1869 ne comprenait que des locomotives, des voitures à voyageurs et des wagons construits à l'usine Alexandrovsk.

La première locomotive sortit de cette usine en décembre 1844 ou au commencement de 1845.

Pendant la période comprise entre les années 1843 et 1869, les ateliers Alexandrovsk se livrèrent tout spécialement à la construction du matériel neuf et à une partie des grandes réparations du matériel roulant en circulation sur le chemin de fer Nicolas, toutes les petites réparations étant faites par les ateliers secondaires de la ligne. En dehors de la construction et de la grande réparation du matériel roulant, l'usine exécuta d'autres travaux pour les besoins du chemin de fer Nicolas, ainsi que des commandes faites par l'État; c'est ainsi qu'elle fit le garde-fou du pont Nicolas sur la Néva.

Avant la remise de la ligne Nicolas à la Grande Société, les locomotives, les voitures et les wagons étaient d'un type identique; les voitures étaient construites sans la moindre recherche de confort; les roues des véhicules étaient simplement en fonte sans bandage, n'exigeant par suite aucun tournage. Dans ces conditions, la réparation du matériel roulant ainsi que la confection des pièces de rechange ne présentaient aucune difficulté.

Deuxième période. — En 1869, le contrat avec les entrepreneurs étrangers fut résilié par la Grande Société et l'usine passa sous la direction de celle-ci. Le premier soin de la nouvelle administration fut de s'occuper de ces bâtiments légers et provisoires, dont il a été question plus haut, et qui étaient devenus fort délabrés; il fallut songer en effet, tout au moins dans la partie réservée aux locomotives, à élever de nouvelles constructions.

C'est alors, en 1869, que fut nommé, comme directeur de l'usine mécanique Alexandrovsk, M. l'ingénieur des voies de communication Rekhnevsky, homme de très grande valeur, qui travailla d'abord activement au perfectionnement de l'usine et à l'organisation régulière des travaux. M. Rekhnevsky a certainement aidé, dans une très large mesure, les jeunes gens munis d'une instruction technique à acquérir les connaissances pratiques et c'est grâce à lui que la première pléiade des ingénieurs russes, spécialistes

en matière de construction du matériel roulant des chemins de fer, est sortie de l'usine Alexandrovsk.

En 1875, M. Rekhnevsky dut, pour cause de santé, quitter son poste; l'usine passa alors aux mains de la direction du service du matériel et de la traction du chemin de fer Nicolas et fut à ce moment divisée en deux sections distinctes : celle des locomotives et celle des wagons. Cette dernière section fut dirigée par un étranger, M. Neuenkirchen, et celle des locomotives également par un étranger, M. Ferte. Au cours de la même année cependant, on reconnut l'utilité de réunir les deux sections sous une même direction et celle-ci fut confiée à un Américain, M. Pratt, qui donna rapidement tous les postes techniques de l'usine à des Anglo-Saxons. Une seule exception a été faite pour les ateliers des voitures et wagons, où le poste de directeur fut dévolu d'abord à M. Vitvitsky, puis en 1878 à M. l'ingénieur Jalovetsky. En 1884, M. Pratt et tous les étrangers quittèrent leurs postes, l'usine repassa sous la dépendance de l'ingénieur en chef du matériel et de la traction du chemin de fer Nicolas, et M. Jalovetsky fut nommé directeur de l'usine entière.

Au cours de la période comprise entre 1869 et 1884, on édifia dans la section des locomotives : des bâtiments en maçonnerie, au centre même, pour l'atelier d'ajustage ainsi que pour l'atelier de montage, pour la chaudronnerie et la fonderie; un bâtiment en fer pour la forge, enfin des bâtiments en maçonnerie, en fer et en bois pour les magasins. Dans la section des wagons, on construisit deux bâtiments en bois pour l'atelier de peinture et l'atelier des tapissiers, et un bâtiment en maçonnerie pour la scierie.

En ce qui concerne la nature du travail, pendant la période comprise entre 1869 et 1884, l'usine s'occupa principalement des travaux de grande réparation du matériel roulant du chemin de fer Nicolas, bien que bon nombre de grandes réparations de locomotives se fît aux ateliers des sections de la ligne.

Pendant la même période, l'usine Alexandrovsk construisit :

46 locomotives;
42 voitures à voyageurs;
1,430 wagons fermés et plates-formes.

La construction des locomotives s'exécutait suivant les dessins des usines étrangères; quant aux voitures à voyageurs et aux wagons à marchandises, les plans en étaient dressés en partie à l'Administration des voies de communication et en partie à l'atelier. C'est ainsi que le type actuel des wagons-lits de 1re classe appartient entièrement à l'initiative de l'Administration du chemin de fer Nicolas, au moment où l'ingénieur des voies de communication, Pachkovsky, occupait le poste d'ingénieur en chef de l'usine Alexandrovsk.

Il faut remarquer que lorsque le chemin de fer Nicolas passa en 1868 aux mains de la Grande Société, le mouvement des trains s'accrut d'une façon considérable, en raison de la construction des lignes au sud de Moscou, et il se produisit alors un énorme besoin du matériel roulant. On dut pour y satisfaire commander immédiatement des

locomotives et des wagons aux différentes usines et les ateliers Alexandrovsk ne purent construire qu'une partie du matériel nécessaire. Le parc du matériel s'augmenta tous les ans et il est composé aujourd'hui, pour le chemin de fer Nicolas, de la façon suivante :

Locomotives	455
Voitures à voyageurs.	409
Wagons à marchandises / Et wagons plates-formes	10,135

Il est donc naturel que l'accroissement du trafic, ainsi que du matériel roulant, influât d'une façon notoire sur l'activité des ateliers principaux de la ligne.

Troisième période. — Sur les avis du Directeur du chemin de fer Nicolas, M. P. Mikhaletzev, et de l'ingénieur en chef du matériel et de la traction, M. N. Hoffmann, il fut résolu, en 1884, de commencer la reconstruction rationnelle de l'usine conformément aux nouveaux besoins à satisfaire.

Les plans d'ensemble pour l'amélioration de l'usine furent dressés par l'administration de l'usine; l'étude détaillée des projets des bâtiments fut confiée au service de la voie et, enfin, l'étude des détails de la partie mécanique et des différents outillages fut aussi établie, comme cela s'était passé jusqu'alors, par la direction de l'usine.

Dès 1885, conformément au programme arrêté, la reconstruction de l'usine fut commencée.

En 1884, on supprima le bureau technique et le bureau de dessin du chemin de fer Nicolas, dépendant à cette époque de la direction du service de la traction, et l'on créa auprès de la direction de l'usine un bureau technique général pour tout le service de la traction et celui de l'usine.

C'est pendant la même année que furent supprimés les ateliers de grandes réparations de toutes les sections de la ligne, hormis celui de Bologoé, et toutes les grandes réparations des locomotives furent dès lors centralisées à l'usine même.

Vers la fin de 1884 furent établis les projets des nouveaux bogies à huit roues pour le wagon-lit principal A du train impérial et la construction s'exécuta en même temps; il fut même nécessaire d'établir aussitôt des projets de deux voitures à seize roues pour le même train.

C'est vers cette époque qu'il fut résolu de commencer l'étude des projets de nouvelles locomotives pour remplacer les anciens types.

Sur l'initiative de l'ingénieur en chef de la traction et par suite d'ordres émanant du gouvernement, on dut procéder à la confection d'un grand nombre de dessins relatifs à la construction de locomotives, de voitures à voyageurs et de wagons à marchandises nouveaux, dessins qui devaient être accompagnés de devis et de calculs, le tout en plusieurs exemplaires. Aussi dans l'espace de six années (1884-1890), il fut dressé environ 1,300 dessins originaux et près du double de copies.

C'est ainsi que, depuis 1884, parmi les projets étudiés il faut signaler les suivants : Locomotive-tender à 8 et à 6 roues; locomotives de trains de voyageurs à deux essieux accouplés avec bogie à l'avant à deux roues; locomotives à deux essieux accouplés et deux essieux indépendants

aux extrémités; locomotives compound ou non à trois essieux accouplés et un essieu indépendant. En dehors de tout cela, on a dressé le projet de la locomotive à voyageurs série *K*, d'après lequel, en 1888, dix locomotives ont été construites; en outre, furent encore faits les projets des locomotives série *E*, série *G*, etc. Il a été également établi de nombreux projets de voitures à voyageurs et de wagons à marchandises, parmi lesquels il faut signaler ceux des voitures du train impérial, représentant une grande somme de travail par l'étude approfondie et les calculs spéciaux auxquels ils ont donné lieu.

Au cours de la période de 1884 à 1890, l'activité de l'usine, sous le rapport de la construction du nouveau matériel, est représentée par les travaux suivants :

Il a été construit :

Locomotives	20
Voitures à voyageurs.	28
Wagons fermés . . . } Et wagons plates-formes }	103

Il a été reconstitué :

Locomotives série *E* } — — *G* }	16

En outre, il a été fait toute une série d'améliorations et de modifications dans le matériel roulant. On ne saurait, du reste, énumérer ici tous les travaux exécutés pour le matériel roulant en vue de répondre à des besoins variés. Les exigences des conventions réglant l'échange des wagons ont à elles seules entraîné des travaux qui, pour être insignifiants pris isolément, n'en constituent pas moins un total fort important.

Il suffit de faire savoir qu'à l'usine sont groupées les fabrications les plus variées : sciage du bois, forge, fonderie de fer, fonderie de cuivre, chaudronnerie, ajustage, peinture, tapisserie, charpenterie, menuiserie, modelage, ferblanterie, reliure, ébénisterie, lampisterie, galvanoplastie, travail des métaux en tout genre, travail mécanique du bois, montage des locomotives, des voitures à voyageurs et des wagons.

Il faut signaler également la part prise par l'usine au renouvellement complet du train impérial, qui a pris le titre de train provisoire depuis la catastrophe du 17 octobre 1888, après l'application de quelques améliorations.

Indépendamment du matériel roulant, l'usine fabrique, comme par le passé, différents appareils à l'usage du chemin de fer Nicolas, comme par exemple : des chaudières à vapeur fixes, des réservoirs d'eau pour l'alimentation des gares et des ateliers, des sémaphores, des appareils d'aiguillage et de croisement de voies, des plaques tournantes, etc., etc. En outre, l'usine construit elle-même certains appareils mécaniques nécessités par sa reconstruction.

Depuis l'année 1888, on a renouvelé la majeure partie des tours et des machines-outils; on a organisé, pour le service de toute l'usine, un atelier central de machines-outils de précision, et l'on a complété l'outillage des différentes sections en s'appliquant à les munir d'outils produisant un travail précis et régulier.

Voici l'énumération des principales machines-outils de l'usine Alexandrovsk :

Aux ateliers d'ajustage et de machines-outils :

Fraiseuse universelle pour la confection des forets américains.
Fraiseuse verticale.
Fraiseuse horizontale.
Scie à ruban pour le découpage des métaux.
Tour revolver.
Tour pour l'achèvement des coulisses de locomotives.
Mortaiseuse pour longerons de châssis des locomotives et des tenders.
Marbre de Witworth pour la vérification des surfaces planes.
Machine à diviser de Witworth.

A l'atelier de chaudronnerie :

Raboteuse pour raboter le bord des tôles.
Machine à percer les trous et à placer les entretoises des foyers de locomotives sur trois faces à la fois.
Scie circulaire pour couper le fer et l'acier à froid.
Deux machines à cintrer les tôles de $^1/_2$ à 5 millimètres et de 5 à 15 millimètres d'épaisseur sur 1^m500 de largeur.

Aux ateliers des ressorts et à la forge :

Machine à cintrer pour faire les oreilles aux extrémités des ressorts de suspension.
Machine à faire les ressorts en spirale (système Bihet).
Machine à dresser et ajuster les lames de ressorts (système E. Walkert).
Machine à laminer les lames de ressorts en spirale.
Machine à fabriquer les boulons, les rivets et les crampons (système Vincent).

A l'atelier des roues :

Presse hydraulique pour le calage des roues, munie d'un appareil de contrôle automatique de Scheffer et Budenberg, donnant graphiquement la pression exercée par le calage et le désemboîtage des roues.

Dans toute l'usine :

55 appareils de levage différents, d'une force totale de 479 tonnes.

Les ateliers des voitures et wagons sont éclairés à la lumière électrique, à l'aide de 120 lampes à incandescence d'une intensité de 16 bougies; la ventilation des ateliers où se fait le travail du bois est assurée par des ventilateurs du système Lenton et Lencock; quant aux ateliers des locomotives et de la fonderie de cuivre, ils sont munis simplement de ventilateurs Bleckmann, placés aux fenêtres.

Le chauffage se fait principalement à la vapeur prise sur les chaudières fixes de l'usine.

L'usine est dotée d'un laboratoire chimique et mécanique. Les travaux qui s'y font prennent tous les jours de nouveaux développements et il est certain que, d'ici à quelque temps, il jouera un très grand rôle non seulement au point de vue pratique, mais aussi au point de vue de la science pure.

Un atelier mobile de photographie, établi à l'usine, fournit un précieux auxiliaire aux études techniques et à la confection des dessins du bureau des études.

L'usine dispose de deux compagnies de pompiers, l'une attachée à l'atelier des loco-

motives, l'autre à l'atelier des wagons. Chacune de ces compagnies est commandée par un capitaine, et leur ensemble est sous le commandement du major des pompes à incendies. Le major et les capitaines sont choisis parmi les contremaîtres et leurs seconds. Ce groupe est complété par les ouvriers de l'usine, parfaitement équipés et disposant de trois pompes à vapeur capables de débiter 300 seaux d'eau à la minute; ceci montre la puissance dont dispose le détachement pour lutter contre les incendies.

L'usine occupe environ 1,800 hommes, tant ouvriers que contremaîtres, et son chiffre d'affaires s'élève à 2 $^1/_2$ millions de roubles par an. Le nombre d'ouvriers serait même plus considérable, s'il n'y avait pas de veillées et si l'on ne travaillait pas les jours de fête; dans certains ateliers même, on fait des travaux supplémentaires quatre fois par semaine, moyennant un salaire spécial. Seuls les travaux de nuit sont exécutés par une équipe de réserve.

Tous les travaux de reconstruction de l'usine, bien que d'une incontestable utilité pour l'avenir, ne laissent pas que d'apporter quelques entraves au travail actuel, car ils nuisent à sa parfaite régularité et nécessitent des arrêts dans le fonctionnement de sections entières et parfois pendant un temps assez long.

Si depuis 1884 l'usine n'a cessé de travailler sans relâche et avec une grande activité, malgré ces conditions défectueuses, c'est grâce au dévouement du personnel en général et des jeunes ingénieurs en particulier.

Il est à remarquer, en effet, qu'à cette époque déjà tous les ingénieurs et techniciens attachés à l'usine étaient des jeunes gens venant de terminer leurs études aux écoles supérieures techniques, à l'Institut technologique principalement. Quant au personnel technique subalterne, tel que les contremaîtres, par exemple, ils étaient recrutés aux écoles d'arts et métiers ou des chemins de fer.

Le sort du personnel — employés et ouvriers — fait l'objet de la sollicitude toute spéciale de l'usine, comme le prouvent les faits suivants :

1° Les ouvriers participent à la caisse de secours et d'épargne des employés de chemin de de fer de la Grande Compagnie, laquelle verse à cette caisse pour eux, tous les ans, 3 p. c. de leur salaire;

2° Chaque ouvrier est muni d'un livret où sont détaillées les explications fixant ses droits et ses devoirs;

3° Les ouvriers de l'usine Alexandrovsk jouissent de certains privilèges qui n'existent pas ailleurs : la durée de la journée de travail est de 10 heures; ils perçoivent leur salaire pendant les jours de maladie et ont droit au voyage gratuit pour se rendre au pays natal;

4° Ainsi qu'on l'a vu plus haut, l'usine possède une église avec son clergé et ses chantres;

5° Il y a deux écoles pour les enfants, une pour les garçons et l'autre pour les filles; cette dernière est mise sous la direction de la Société patriotique;

6° Un hôpital bien agencé, comportant 60 lits, reçoit et soigne les ouvriers gratuitement;

7° Les ouvriers ont créé récemment un orphéon qui forme un groupe d'amateurs de musique;

8° Depuis 1886, les employés de l'usine ont fondé une espèce de cercle, avec bibliothèque, piano et billard. Ce local est ouvert tous les soirs après la journée de travail;

9° Le personnel technique a fondé, en 1884, une bibliothèque technique, dont la base a été fournie par les livres techniques légués par l'ancien ingénieur en chef du matériel et de la traction, feu M. A. Pachkovsky;

10° En 1885, il fut aménagé devant l'usine, du côté de la Néva, un jardin où les familles des employés ont un emplacement qui leur est réservé pour se promener.

La production annuelle de l'usine Alexandrovsk est représentée d'une façon générale, pour les deux dernières années, de la façon suivante :

	QUANTITÉ DE MATÉRIEL ROULANT RÉPARÉ		QUANTITÉ DE MATÉRIEL ROULANT CONSTRUIT	
	en 1890.	en 1891.	en 1890.	en 1891.
Pour le chemin de fer Nicolas.				
Locomotives	48	76	1 (machine-tender).	7 (machine-tender).
Tenders	46	75	...	...
Voiture-vapeur	...	1	...	...
Voitures.				
Impériales	..	3	1	...
1re classe	11	10	8	4
2e —	18	17	...	...
2e et 3e classes (mixtes)	8	9	...	...
3e classe	31	14	...	...
4e —	10	...	...	...
Voitures pénitentiaires	4	1	...	...
Fourgons à bagages	6	4	...	...
Wagons-poste	2	1	..	...
Voiture de service	...	...	4	...
Wagons à marchandises.				
Couverts, du type général	1,101	850	..	...
Découverts	160	67	...	...
Spéciaux	...	...	...	8
A ballast	91	93	...	...
Pour l'Administration des chemins de fer de l'État.				
Voiture de service	...	1	...	...

Observation. — Les aménagements de l'usine permettent la construction de 12 locomotives par an.

Les dépenses de l'usine sont les suivantes :

TRAVAUX.	En 1890.	En 1891.
Construction, reconstruction et réparation des locomotives et tenders, ainsi que de leurs roues, essieux et bandages.	348,250 r. 88 c.	337,438 r 03 c.
Construction, reconstruction et réparation des voitures et wagons, leurs roues, bandages et essieux. . .	701,871 r. 40 c.	562,728 r. 76 c.
Autres travaux.	489,698 r. 41 c.	817,235 r. 70 c.
Totaux. . .	1,539,820 r. 75 c.	1,717,401 r. 49 c.

Observation. — Tous les bâtiments des ateliers principaux sont réparés et reconstruits sous la direction du chef de section local du service de la voie.

3. — Usines qui construisent des locomotives, du matériel roulant et des pièces accessoires.

Considérations générales. — De toutes les usines occupées jusqu'à ce jour à la construction du matériel roulant, la première en date est celle de Kolomna, qui fut fondée par l'ingénieur Strouvé. Elle débuta en 1863 par la construction de ponts; en 1865, cette usine construisait déjà des wagons plates-formes et en 1867 des wagons à marchandises couverts. Quant à la construction des locomotives, elle commença en 1869.

Les mesures prises par le gouvernement pour favoriser l'installation en Russie des usines capables d'établir tout ce dont peuvent avoir besoin les chemins de fer, datent du 6 octobre 1866. Elles avaient pour but de diminuer les capitaux sortant du pays et interdisaient de faire à l'étranger des commandes destinées à l'État, obligeant à les passer à l'intérieur du pays, quelles que fussent les difficultés qui pouvaient en découler dans les premiers temps.

En dehors des mesures qu'il prit pour favoriser la préparation des techniciens et des contremaîtres spéciaux, et pour parer aux difficultés qui se présentaient pour la fabrication des rails à l'intérieur du pays, le gouvernement, en ce qui concerne les fabrications spéciales aux chemins de fer, se préoccupa spécialement :

I. — De faciliter l'organisation des industries privées ayant pour but ce genre de fabrication, et particulièrement d'allouer :

a) Des prêts à longs termes pour l'aménagement ou l'agrandissement des usines;

b) Certains privilèges au début de l'exploitation et des avances pour fonds de roulement.

II. — D'encourager les entreprises de certaines fabrications, au moyen de primes fournies par l'État.

III. — De garantir le débit d'une quantité déterminée de la fabrication par des commandes destinées à former des réserves de matériel.

IV. — De développer la vente des produits finis provenant des usines :

a) En diminuant la durée du droit accordé aux compagnies privées de chemins de fer de passer des commandes de matériel à l'étranger;

b) En augmentant les droits de douane sur ces différents produits.

Les mesures prises pour satisfaire à ces différents désidérata peuvent se chiffrer de la façon suivante :

I. — *a*) Il a été avancé, à titre de prêts à long terme, jusqu'à 12,933,000 roubles, dont 4,853,000 constituent une perte sèche pour la Couronne;

b) Il a été avancé, à titre de prêts à courte échance aux usines qui se sont établies pour la fabrication du matériel de chemin de fer, plus de 27 millions de roubles.

II. — Il a été versé à titre de primes aux directeurs des usines de ce genre :

Pour la fabrication des locomotives, jusqu'à	800,000 roubles.
— rails en fer.	23,202,000 —
— — en acier	1,418,000 —
Soit un total de. . .	25,420,000 roubles.

III. — Les commandes de matériel de réserve faites par la Couronne comprennent :

a) Rails en fer : 21 millions de pouds atteignant un prix de	30,540,000 roubles.
b) — acier : 29,677,000.	54,733,000 —
c) Locomotives au nombre de 1,837 (*)	53,134,000 —
d) Wagons à marchandises au nombre de 35,870 (*)	48,498,000 —
Total. . .	186,815,000 roubles.

IV.—*a*) Vers le milieu de l'année 1860, du système qui consistait à laisser entrer librement sans droit de douane le matériel de chemin de fer, le gouvernement passa progressivement à l'interdiction complète de faire les commandes de ce matériel à l'étranger;

b) Les droits d'entrée, par poud, furent relevés pour les différents produits dans les proportions suivantes :

Pour les rails en acier	de 45 copecks-crédit à 60 copecks-or.
— en fer	de 20 — à 60 —
Pour les locomotives	de 1 — à 2 r. 40 c.
Pour les wagons à marchandises, par essieu . . .	de 100 à 480 roubles.

A l'heure actuelle, la somme des droits d'entrée affectant une verste de voie nouvelle, construite dans des conditions techniques favorables, s'élève à 12,925 roubles-papier.

Le développement et la valeur de la production du matériel de chemin de fer durant la période envisagée peuvent être évalués comme suit :

Rails en fer laminés	21,000,000	de pouds, représentant une valeur de	30,450,000 roubles.
— en acier	103,000,000	— — —	173,078,000 —
Éclisses en acier	11,342,000	— — —	26,087,000 —
Locomotives	3,530	unités, — —	97,649,000 —
Wagons à marchandises . .	97,360	— — —	130,661,000 —
Voitures à vayageurs	1,541	— — —	10,054,000 —
		Total. . .	467,979,000 roubles.

(*) Une partie à peu près insignifiante de ce matériel était destinée directement aux services des chemins de fer de l'État.

Suivant un calcul approximatif, l'acquisition, à l'étranger, du même matériel eût coûté :

Rails en fer	21,000,000	roubles.
— en acier	93,162,000	—
Éclisses	12,101,000	—
Locomotives	86,485,000	—
Voitures	8,254,000	—
Total. . .	221,002,000	roubles.

On voit ainsi que le matériel ci-dessus acheté en Russie a produit une majoration de prix de 467,979,000 — 130,661,000 — 221,002,000, soit 116,316,000 roubles.

A ce chiffre, il y a lieu d'ajouter ceux qui suivent :

Payement des primes pour les rails et les locomotives	25,420,000	roubles.
Perte d'argent versé sous forme de prêts à terme	4,853,000	—

Ainsi, la perte éprouvée dans les dépenses ci-dessus, depuis 1867 jusqu'à ce jour, forme le total de 147 millions de roubles.

Cette somme ne représente qu'une partie des sacrifices faits par la Couronne et les compagnies de chemins de fer pour l'installation en Russie de la fabrication du matériel, car elle ne comprend pas le surplus de dépenses faites pour l'acquisition d'autre matériel de chemin de fer (en dehors des rails, des éclisses et du matériel roulant), ni la différence de qualité des produits manufacturés dans les usines russes et qui s'est trouvée probablement inférieure.

Grâce aux mesures prises par l'État, on put, en même temps que la construction des locomotives à l'usine du général Strouvé (usine de Kolomna), voir apparaître la fabrication du matériel de chemin de fer à l'usine de la Couronne de Votka, à l'usine de Ludinov, appartenant à la Compagnie Maltzov, et à l'usine de la Neva.

Parmi les usines qui construisent aujourd'hui le matériel roulant, seule l'usine Russe-Baltique, à Riga, fabrique uniquement des voitures à voyageurs et des wagons. Les autres s'occupent en même temps : du laminage des rails et des poutrelles, de la construction de bateaux, des machines, des ponts, etc., et ne consacrent au matériel roulant qu'une partie de leur force productive.

Observation. — Les propriétaires d'une de nos usines de locomotives et de wagons se proposent d'installer un atelier de construction de wagons dans la province d'Oussouri.

Détails généraux concernant les usines existantes. — L'usine la plus ancienne (fondée en 1863) et la mieux outillée, dont la réputation est établie, est l'*usine de Kolomna*, située à 100 verstes de Moscou, aux environs de la ville de Kolomna, et qui travaille solidairement avec l'usine métallurgique de Kouliébaki, dans le gouvernement de Riazane, et la fonderie de Sosva, dans l'Oural.

L'usine de Kolomna, qui a déjà construit plus de 1,200 locomotives et plusieurs milliers de wagons, dispose d'un outillage répondant aux exigences techniques d'aujourd'hui, aussi peut-elle, en dehors des locomotives et des voitures, se livrer à la construction des ponts, à l'établissement des conduites d'eau pour les villes et les gares, à la construction des machines agricoles et de certaines machines-outils.

C'est à cette usine que furent établis les premiers types de locomotives compound.

Actuellement, l'usine de Kolomna produit annuellement 100 locomotives, 1,800 wagons et plus de 360,000 pouds de constructions métalliques. Sa production annuelle en locomotives représente une valeur de 2,400,000 roubles; en ponts et autres constructions métalliques, 250,000 roubles; en voitures à voyageurs et wagons, 1,500,000 roubles; en bateaux, 200,000 roubles; en pièces de rechange pour les chemins de fer, 500,000 roubles, et 250,000 roubles en machines diverses. Soit un total de 5,100,000 roubles. Le salaire des ouvriers fixes s'élève en moyenne à 850,000 roubles par an.

L'usine occupe une superficie de 55 déciatines 1,239 sagènes carrées (605,515 mètres carrés [1]); la partie couverte par les bâtiments est de 4 déciatines 2,230 sagènes carrées (53,830 mètres carrés); les machines à vapeur, au nombre de 18, développent 487 chevaux-vapeur; de plus, il faut ajouter 13 marteaux-pilons à vapeur d'une puissance totale de 720 pouds, soit 12 tonnes.

Le fini et la perfection des travaux qui sortent de cet établissement sont à la hauteur de ceux des meilleures usines du centre de l'Europe. L'usine de Kolomna a construit les types de locomotives les plus divers, depuis les machines légères de manœuvre jusqu'aux locomotives les plus fortes à quatre essieux pour gravir les fortes rampes, en passant par les locomotives légères du type Borzig jusqu'aux lourdes machines des trains express sur bogie articulé et à double expansion de vapeur. Cette usine peut donc rivaliser avec n'importe quel atelier étranger.

Les wagons construits à cette usine représentent également tous les types imaginables, y compris les wagons tout à fait spéciaux, voire ceux des tramways.

L'énorme quantité de locomotives et de wagons établis aux usines de Kolomna ont été entièrement étudiés, et leurs projets dressés par des ingénieurs russes qui les ont appropriés aux exigences particulières du pays.

Tous les matériaux employés à ces travaux sont exclusivement de provenance russe, y compris les tôles de fer, l'acier, les bandages, les essieux, les roues et les autres parties des locomotives.

L'usine de la Néva, de la Compagnie moscovite à Saint-Pétersbourg, figure également au nombre des plus anciens établissements. Située sur la rive gauche de la Néva, sur la route conduisant à Schlüsselbourg, l'usine a vu changer plusieurs fois son administration. Elle se livre principalement à la construction des locomotives et des navires, occupant une surface de 30 déciatines (327,759 mètres carrés); les bâtiments seuls couvrent une superficie de 5 déciatines (54,626 mètres carrés), abritant 21 machines à vapeur développant une puissance de 800 chevaux.

A certains moments, cette usine a vu son activité s'amoindrir, mais au cours des trois dernières années, elle s'est mise à faire la concurrence aux établissements de Kolomna, par la variété de sa fabrication. Au nombre des objets qu'elle produit couramment, il faut

[1] 1 déciatine = 2,400 sagènes carrées = 10,925,988 mètres carrés; 100 sagènes carrées = 0.04167 déciatine = 455,208 mètres carrés.

signaler les tôles de fer pour chaudières et toutes les pièces entrant dans les locomotives.

L'usine de Bejetsk, faisant le laminage des rails et la construction de machines, est située aux environs de la ville de Briansk, dans le gouvernement d'Orel; elle appartient à une société par actions propriétaire d'usines métallurgiques non loin d'Ecatherinoslav. Cette usine s'occupe de la construction de ponts en fer, de différentes installations, de la fabrication des wagons, de réservoirs, des bandages en fer, du laminage des rails, etc., marchant constamment et d'une façon sûre avec le progrès; elle s'est mise depuis un an et demi à construire des locomotives et tous les organes qu'elles comportent. L'usine dispose d'un outillage magnifique et tout nouveau, ainsi que de tous les moyens qui lui permettront de prendre rang parmi les meilleures usines d'Europe. Elle possède un vaste terrain de 442 déciatines (4,610,770 mètres carrés), dont 44 déciatines (480,744 mètres carrés) sont encloses de murs et 5 déciatines (54,630 mètres carrés) couvertes de bâtiments; sur cette dernière surface, 1.5 déciatine (16,398 mètres carrés) est réservée aux ateliers mécaniques. L'usine contient 47 machines à vapeur d'une force totale de 4,720 chevaux et possède la ligne de chemin de fer de Joukovo-Akoulitz, d'une longueur de 150 verstes, qui la raccorde à la ligne d'Orel-Vitebsk.

Usines de Maltzov (à Briansk). — Ce sont des établissements métallurgiques, faisant également la construction de locomotives, de wagons et de machines diverses. Situés aux environs de Briansk, dans le gouvernement d'Orel, leur activité semble s'être beaucoup ralentie pendant ces dernières années. La construction des locomotives a même été complètement arrêtée, bien que ces usines disposent d'appareils, de machines-outils et de moyens d'action suffisamment puissants pour leur permettre de produire tous les ans un nombre considérable de locomotives, de voitures à voyageurs et de wagons. Ces usines sont en ce moment dirigées par un syndicat de créanciers.

Société industrielle par actions des usines mécaniques et métallurgiques de Lilpope Rau et Levenstein. — Situés à Varsovie, ces établissements figurent également au nombre des plus anciens. Ils occupent une superficie de 10 déciatines 1,044 sagènes carrées (114,000 mètres carrés), dont 4 déciatines 506 sagènes carrées (46,000 mètres carrés) sont couvertes de bâtiments. Ils utilisent 17 machines à vapeur développant une puissance de 255 chevaux. Il en est sorti 12,902 wagons à marchandises et 1,181 wagons-citernes.

La fabrique de wagons et de machines de Sormovo, située aux environs de Nijni-Novgorod, compte encore parmi les plus anciennes usines russes de construction mécanique; elle a débuté par la construction des bateaux et des machines à vapeur et de l'outillage pour l'industrie métallurgique. L'emplacement qu'elle occupe mesure 127 déciatines 1,349 sagènes carrées (1,393,613 mètres carrés), dont 4 déciatines 1,527 sagènes carrées (50,428 mètres carrés) sont couvertes de bâtiments. On y voit 15 machines à vapeur d'une force totale de 1,025 chevaux.

L'usine Poutilov, située près du nouveau port, à Saint-Pétersbourg, et sur l'embranchement du chemin de fer Nicolas qui conduit à ce port; elle occupe une superficie de 111 déciatines 426 sagènes carrées (1,215,612 mètres carrés), dont 7 déciatines

1,180 sagènes carrées (81,845 mètres carrés) couvertes de bâtiments. Le nombre des chaudières à vapeur qu'elle renferme est de 93, produisant une force totale de 2,567 chevaux avec 135 moteurs de forces différentes et destinés à des services divers. L'usine travaille la fonte de provenance étrangère. Autrefois, elle fabriquait seulement les bandages en acier et les essieux de locomotives et de wagons, mais plus tard on y a introduit la construction des wagons et, dans ces derniers temps, celle des locomotives.

L'usine Russe-Baltique, à Riga, dont il a été fait mention plus haut, possède un terrain d'une surface de 6 déciatines 2,110 sagènes carrées (75,160 mètres carrés), dont 2 déciatines 767 sagènes carrées (25,340 mètres carrés) sont occupées par des bâtiments renfermant 8/à 10 moteurs à vapeur d'une force totale de 458 chevaux.

Enfin, *l'usine de la couronne de Votka*, couvre une superficie de 35 déciatines 825 sagènes carrées (386,141 mètres carrés), mais il lui est attribué, en outre, un terrain de 53f,071 déciatines (avec une forêt de 29,496 déciatines). Les bâtiments de l'usine couvrent une surface de 2 déciatines 1,578 sagènes carrées (22,197 mètres carrés), abritant 11 machines à vapeur développant 340 chevaux, 1 locomobile de 8 chevaux, 8 roues hydrauliques de 120 chevaux et, enfin, 11 turbines donnant une force totale de 750 chevaux.

Au nombre des grandes usines dont la fabrication se trouve en quelque sorte liée à celle du matériel mobile des chemins de fer, on peut citer : la fabrique d'acier Alexandrovsk, à Saint-Pétersbourg, qui produit du fer de très belle qualité pour chaudières et différents autres usages; trois grandes usines métallurgiques fondées par différentes compagnies, au cours des huit dernières années, dans le bassin de Krivoï-Rog, sur les rives du Dniéper, dans le gouvernement d'Écatherinoslav; d'autres usines analogues connues depuis fort longtemps dans l'Oural et les usines de la frontière ouest près de Dombrova. Parmi ces dernières, seules les usines de Dombrova fabriquent les grandes tôles à chaudières, mais l'on peut s'attendre à ce que les autres établissements dirigent leur production dans le même sens, et alors les chemins de fer russes deviendront complètement indépendants de la fabrication étrangère.

En ce qui concerne la construction des machines à vapeur, des machines-outils et du matériel servant aux chemins de fer, nous possédons les très belles usines de Lessner, à Saint-Pétersbourg; de Dobrov et Nabgolz, de Weichelt & C°, de Pérenoude et des frères Bromley, à Moscou, dont les productions sont dignes en tout point de remplacer les machines et les machines-outils de provenance étrangère qui remplissaient autrefois nos ateliers de chemin de fer.

L'aménagement des usines qui viennent d'être passées en revue mérite une mention spéciale.

Les différents ateliers sont chauffés par des poêles ordinaires, mais très fréquemment aussi au moyen de la vapeur empruntée aux chaudières; la ventilation se fait par des moyens variant avec la disposition et les dimensions des locaux.

L'éclairage est soit à l'huile, soit au pétrole, soit à la bougie et maintenant en grande partie à l'électricité. C'est ainsi qu'aux usines Poutilov, par exemple, on peut voir 450 lampes à incandescence, d'une intensité de 8 à 16 bougies chacune, et 18 lampes

à arc Siemens de 1,000 bougies. L'usine Russe-Baltique utilise aussi pour son éclairage 450 lampes à incandescence.

Les usines disposent de moyens suffisants contre les incendies et elles ont toutes des équipes de pompiers formées par les ouvriers. L'usine Russe-Baltique, par exemple, possède une pompe à vapeur et deux pompes à bras, avec une équipe de 50 pompiers; l'usine Poutilov a une pompe à vapeur, quatre pompes à bras et sept locomotives transformées destinées à l'extinction des incendies.

Les communications entre ateliers séparés sont assurées d'une façon simple, par des porte-voix, des tuyaux acoustiques et des téléphones intérieurs.

Dans chaque usine, on trouve un laboratoire de chimie et un laboratoire mécanique pour l'essai du fer, de l'acier, du cuivre, de la fonte, des matières de graissage, d'éclairage, des peintures, des tissus, etc. A cet effet, ces laboratoires comportent, en plus ou moins grande quantité, des balances à analyses et des balances hydrostatiques, des appareils de rectification, des bains de sable et des bains-marie, des gazomètres, des appareils de production de gaz carburé, des chalumeaux à souder, des appareils de détermination du degré d'inflammabilité des huiles minérales, des appareils pour déterminer la teneur en carbone du fer, des fours à moufles, des dynamomètres pour l'essai de la résistance des tissus, des appareils photographiques pour l'étude des cassures dans les métaux, des presses hydrauliques à mains pour l'essai des métaux à la rupture, des presses à levier pour essayer les ressorts, des cathétomètres pour mesurer les limites de tension, etc.

Aux laboratoires est jointe une comptabilité mentionnant les expériences et les résultats auxquels elles ont conduit.

Les ouvriers de toutes catégories, dont le nombre atteint plusieurs dizaines de mille, occupés aux différents travaux du matériel de chemin de fer, sont payés principalement à la tâche.

Les usines ont fondé des infirmeries et différentes caisses appelées à venir en aide aux ouvriers. A l'usine Poutilov, les secours sont distribués sur le montant des sommes provenant d'amendes infligées aux ouvriers; à l'usine Russe-Baltique, les caisses de secours, de malades ou d'enterrement sont alimentées par une retenue sur le salaire de chaque ouvrier, par les amendes et au moyen de fonds versés par les propriétaires de l'établissement.

Dans la plupart des usines sont organisés des économats ou sociétés coopératives de consommation, qui vendent à très bon compte toute sorte de marchandises; quelques-unes de ces sociétés ont atteint un chiffre d'affaires d'un demi-million de roubles.

Les usines éloignées des villes entretiennent des écoles pour les enfants des ouvriers.

En ce qui concerne la protection des ouvriers contre les accidents du travail, les administrations des établissements industriels se guident sur les règlements obligatoires relatifs à l'emploi des machines à vapeur, des fours et des machines diverses; les tours et les parties mobiles sont protégés par des balustrades et des grillages; les machines à vapeur sont placées dans des locaux isolés et soumises à des contrôles réguliers; lorsque des ouvriers exécutent des travaux qui produisent des étincelles ou des éclats de matières, ils doivent porter des lunettes spéciales, etc., etc.

PRODUCTION APPROXIMATIVE DES USINES. — Si l'on ne tient pas compte de l'usine Samsonievsk, qui est en liquidation, la construction des locomotives se fait dans les usines de la Néva, de Briansk et de Kolomna, et l'on se prépare également à l'établir aux usines Poutilov; la construction des voitures à voyageurs et des wagons se fait aux usines Russe-Baltique, de Briansk, de Kolomna, de Lilpope Rau, de Poutilov, de Sormovo et de Maltzov. Pendant la période de 1886 à 1891, la construction des locomotives a été arrêtée aux usines de la Néva.

La quantité et le prix moyen du matériel roulant construit en Russie, durant les cinq années, de 1885 à 1890 inclusivement et pendant 1890 [1] seulement, sont fournis par le tableau suivant :

	Pendant 5 ans, de 1886-1890.	Pendant l'année 1890.	PRIX DE L'UNITÉ.
Locomotives à 8 roues	312	94	à 30,000 r.
— 6 —	51	...	de 23.000 à 24,000 r.
— 8 — sans tenders	13	...	à 23.000 r.
— -tenders	10	10	à 24.000 r.
Voitures à 6 et à 8 roues de :			
1re classe	23	12	de 6,000 à 15,980 r.
2e —	69	8	5,000 à 11,830 r.
3e —	155	41	3,700 à 8.000 r.
1/2 —	45	5	5.500 à 11.650 r.
2/3 —	11	2	4.260 à 7.350 r.
Fourgons à bagages	7	3	3,000 à 3.200 r.
Wagons-poste	9	1	à 5.240 r.
Voitures pénitentiaires	4	2	7.000 à 5.200 r.
Voitures de service	4	...	à 10.000 r.
Wagons à marchandises :			
Wagons couverts	8,013	1.747	de 1,300 à 1.640 r.
— tombereaux	245	...	à 1.000 r.
— plates-formes	2.264	65	de 1,000 à 1.270 r.
— citernes pour le naphte	6.418	171	1,465 à 1,850 r.
— à houille	335	200	1.105 à 1,435 r
— à l'alcool	122	91	1,815 à 1,920 r.
— à bière	34	10	1,415 à 1.940 r.
— à vins	3	3	à 2,000 r.
— glacières	20	20	de 1,520 à 1,600 r.

(1) Y compris les 20 locomotives à 8 roues et 16 voitures de 1re classe, construites à l'usine mécanique Alexandrovsk.

En raison des commandes qui sont adressées aux usines, ces dernières ne laissent pas leur développement stationnaire et les chefs des différents établissements déclarent même, dès à présent, être en mesure dans un avenir prochain (1894), sans augmentation notable des moyens mécaniques, de produire annuellement, selon les délais stipulés aux contrats, les quantités suivantes :

NOM DES USINES.	PAR CONTRAT D'UNE ANNÉE.		PAR CONTRAT DE TROIS ANS.	
	Locomotives.	Voitures et wagons.	Locomotives.	Voitures et wagons.
Kolomna	105 à 110	1,800 à 2,000	150	3,000
Briansk	84	2,100	120	3,000
Poutilov	75	1,800 à 2,000	100	3,000
Maltzov	...	1,500	...	3,000
Lilpope Rau et Levenstein	...	1,800 à 2,000	...	3,000
Russe-Baltique (1)	...	4,000	...	4,000
Néva (mécanique)	72	...	120	...
Sormovo	...	2,000	...	2,000
Votka, à partir de 1895	20	...	...	...
Totaux.	356 à 361	15,000 à 15,600	490	19,500

(1) L'usine Russe-Baltique, avec un léger supplément de travail, peut construire annuellement jusqu'à 6,000 wagons à marchandises et 320 voitures à voyageurs.

Dans le but d'identifier l'évaluation de la production des différentes usines, on a supposé dans le tableau ci-dessus que les locomotives sont à huit roues et les wagons à marchandises du dernier type général; dans le cas où les commandes spécifieraient des locomotives ou des wagons d'autres types, les chiffres indiqués devraient, en conséquence, subir une modification.

Si l'on suppose que les documents mentionnés soient exacts et ne comportent aucune exagération, si l'on admet, en outre, que, suivant les données fournies par les comptes rendus de 1890, l'approvisionnement des chemins de fer en matériel roulant doive être de 0.28 locomotive et 6 wagons par verste courante de voie, la production actuelle des usines russes en locomotives et wagons paraît être suffisante pour fournir un minimum de machines répondant aux besoins de 1,272 à 1,289 verstes et un minimum de wagons pour répondre aux besoins de 2,500 à 2,600 verstes courantes de voies projetées à construire annuellement. Mais, si l'on tient compte d'une certaine exagération dans les chiffres donnés plus haut, si l'on défalque, en outre, une certaine quantité de locomotives et de wagons pour le développement du matériel des lignes existantes, on voit que les usines russes peuvent encore suffire à l'alimentation en matériel roulant de 1,000 verstes de voies nouvelles établies tous les ans. C'est précisément ce développement de voies ferrées

et, par suite, ce développement de construction de matériel qui a été prévu il y a plus de dix ans dans les hautes sphères gouvernementales; aussi, si l'on venait à abandonner, même provisoirement, l'idée de développer le réseau des voies ferrées, il pourrait en résulter pour les usines de construction de matériel de très graves mécomptes, qui auraient pour conséquence d'augmenter hors de toute proportion leur prix de revient et nécessiteraient une nouvelle élévation de droits d'entrée sur le matériel étranger.

Ces mécomptes se sont du reste déjà produits lors du ralentissement qui a eu lieu dans la construction des nouvelles lignes de chemin de fer. Il serait donc très désirable qu'une mesure normale pour le développement des voies ferrées fût adoptée. Cette normale pourrait être de 1,000 verstes par an, chiffre qui paraît aujourd'hui assurer les meilleures conditions de productivité des usines et être le plus apte à fournir un abaissement de prix dans la construction des locomotives et des wagons.

CHAPITRE II

Locomotives.

Par A. K. von HUBSCHMANN et B. B. SUSZINSKI
INGÉNIEURS

(à l'exclusion des §§ 2 et 5).

Considérations générales.

Comme il est dit dans le chapitre précédent, la date de la construction des premières locomotives, en Russie, coïncide avec celle de l'établissement de la première ligne de l'État, allant de Saint-Pétersbourg à Moscou. Sur l'ordre de l'empereur Nicolas Ier, cette ligne a été munie d'un matériel en majeure partie de provenance russe.

Le premier atelier de construction des locomotives en Russie a été installé près de Saint-Pétersbourg, à l'usine Alexandrovsky, — laquelle existe encore aujourd'hui, — sous la direction de MM. Harrison et Wynants.

Le chemin de fer de Varsovie-Vienne, le réseau de la Grande Société et les autres lignes dont la construction avait été autorisée avant 1874 sont munis presque exclusivement de locomotives de fabrication étrangère, fournies par diverses usines anglaises, belges, françaises, allemandes et autrichiennes.

Pour développer la fabrication des locomotives en Russie, le gouvernement remit des commandes, en 1868, 1869, 1874 et 1875, à diverses usines. Le choix de celles-ci laissa malheureusement fort à désirer, car toutes ne répondirent pas à l'attente du gouvernement. Cette mesure avança cependant beaucoup le côté technique de la question, parce qu'elle permit d'obtenir une grande uniformité dans la construction des locomotives et parce qu'elle fournit aux contremaîtres et aux ouvriers l'occasion de se perfectionner dans cette branche d'industrie.

A partir de l'année 1875, les commandes de locomotives à l'étranger ont cessé presque complètement.

Les lignes russes ayant été construites en grande partie pendant la période de 1857 à 1874, leurs locomotives ne demandent pas encore à être renouvelées complètement. Le plus grand nombre des locomotives actuellement en construction est donc destinée à de nouvelles lignes ou à l'augmentation du matériel des lignes existantes. En Russie, c'est l'Administration des chemins de fer de l'État qui commande le plus de locomotives, car elle s'occupe non seulement de l'exploitation, mais aussi de la construction des lignes de l'État. Pendant les cinq dernières années, elle a commandé environ 360 locomotives.

En ce qui concerne le côté technique de la construction des locomotives, voici les principaux points qui méritent d'être signalés :

1° Les locomotives américaines, employées tout d'abord sur la ligne Nicolas, n'ont pas trouvé sur nos réseaux un grand débouché; nos lignes et nos ingénieurs ou administrateurs préfèrent les types européens;

2° Par suite de l'augmentation du trafic, les premières locomotives employées ont été trouvées trop faibles, comme partout autre part; en conséquence, tout en s'en tenant autant que possible aux anciens types, les lignes ne cessent d'augmenter la puissance de vaporisation des machines, poussant la pression de la vapeur jusqu'à 10, 11 et même 12 atmosphères;

3° Par suite des travaux remarquables exécutés par les ingénieurs des chemins de fer du Sud-Ouest sous la direction de l'ingénieur Borodine et ceux de quelques autres lignes, et aussi par suite des bons résultats pratiques donnés par le système compound, on commence à reconnaître les avantages de cette disposition, tant pour les nouvelles machines que pour celles déjà en service.

Aussitôt après la publication des travaux de Mallet, la question de l'adoption des locomotives compound a été soulevée, tout d'abord par le chemin de fer du Sud-Ouest, sur lequel la première locomotive transformée d'après ce système a été mise en marche en 1881.

La première locomotive compound a été construite à Belfort, dans l'usine de la Société de Mulhouse, avec la collaboration de l'ingénieur A. Mallet lui-même; la description détaillée de cette locomotive se trouve dans le journal *l'Ingénieur* (de Kiev), n°s 8 et 9.

Le 1er janvier 1890, le chemin de fer du Sud-Ouest avait en service neuf locomotives à voyageurs de ce système, plus deux à huit roues et une à six roues pour trains de marchandises.

Lors de la transformation de ces locomotives, le robinet de démarrage a été remplacé par un distributeur cylindrique ne différant pas, en principe, du robinet Mallet. Dans ce cylindre sont montés sur la même tige trois pistons, dont l'un présente un diamètre double de celui des deux autres. Au moyen d'un simple déplacement de la tige, on passe à volonté de la marche en compound à la marche ordinaire et vice versa.

Ce distributeur cylindrique a été remplacé, à son tour, par une valve de démarrage du système de l'ingénieur Berner. (Journal *l'Ingénieur* [de Kiev], 1889, page 435, figure 8.)

Quant au détendeur automatique Mallet, il a été remplacé par un tube étroit; la vapeur, en passant par ce tube, perd une partie de sa pression première.

La transformation des locomotives ordinaires en machines compound, d'après le système Mallet, coûte de 2,000 à 2,400 roubles par machine.

L'économie du combustible, suivant le compte rendu de 1888, s'élevait, pour les lignes du Sud-Ouest, à 14 p. c. pour les locomotives à voyageurs, à 29 p. c. pour les locomotives à marchandises à six roues et à 10 p. c. pour les machines à huit roues.

La seconde de nos lignes qui ait opéré en grand la transformation de ses locomotives en compound, est la ligne de Griazi-Tsaritzyne. Sur la proposition de son ingénieur en chef de la traction, M. Urqhardt, elle a adopté le système von Borries, en changeant, après des essais, les éléments de la distribution de vapeur et en adoptant, pour l'alimentation du grand cylindre, la soupape bien connue de von Borries. Le prix de cette transformation est fixé à 750 roubles; l'économie en combustible atteint environ 18 p. c.

Les nouvelles locomotives, tant à voyageurs qu'à marchandises à huit roues, sont munies de la disposition compound, d'après un des systèmes Mallet, von Borries ou Lindner.

4° L'emploi de l'acier fondu, au lieu du fer, augmente progressivement et s'est déjà

beaucoup étendu en ce qui concerne les pièces des locomotives et tenders, tels que : essieux, bandages, bielles, appareils de distribution et longerons de locomotives;

5° Les lignes de l'Est, grâce au bon marché du naphte, emploient ce combustible sur une grande échelle (et même, dans ces derniers temps, pour les machines fixes), ce qui exige quelques changements dans les détails de construction des appareils de chauffage. En général, les différents combustibles employés pour les locomotives, tels que le bois, la tourbe, le charbon de la région au delà de Moscou, de l'Oural, de Dombrova, de Donetz, l'anthracite et les résidus de naphte, influent beaucoup, tant sur la construction des locomotives que sur la durée de leur service;

6° L'exploitation de certaines lignes de chemins de fer russes, ayant à traverser des steppes sur de grandes étendues, présente des difficultés, par suite de ce que certains animaux tombent sous les roues du matériel roulant; aussi a-t-on été obligé de construire des appareils pour écarter les animaux et rejeter les gros objets rencontrés sur la voie (*cow-catcher* ou chasse-vache).

Ces appareils, en général, n'ont pas donné jusqu'à présent des résultats très satisfaisants. Si on les place à 50 millimètres au-dessus des rails, — ce qui est indispensable pour qu'ils rendent les services qu'on en attend, — ils peuvent devenir eux-mêmes sérieusement incommodes pour le mouvement, à cause du balancement de la locomotive autour d'un axe horizontal (transversal à la voie); si on les relève (à 125 millimètres au-dessus des rails), ce dernier inconvénient disparaît, mais alors ils traînent les objets qu'ils rencontrent.

Dans les Conférences des ingénieurs du matériel roulant, il a été démontré qu'avec le type des locomotives à voyageurs et à marchandises employé généralement sur les chemins de fer russes, ces inconvénients se constatent souvent.

7° Les cas fréquents de chute du personnel des plates-formes des locomotives ont provoqué un règlement prescrivant l'établissement de garde-fous autour de ces plates-formes. Ces garde-fous se construisent peu à peu; leur prix est d'environ 100 roubles par locomotive.

Ces accidents proviennent de ce qu'il est très difficile, dans le climat rigoureux de la Russie, de faire usage d'appareils permettant de graisser les différents organes de la locomotive de la cabine du mécanicien;

8° Sur les lignes russes, il y a une tendance à faire des trains, de voyageurs et surtout des trains de marchandises, aussi longs que possible, c'est-à-dire à chercher le maximum de rendement de la locomotive sans avoir égard à la vitesse. Il existe beaucoup de trains mixtes (voyageurs et marchandises), parce qu'ils sont les plus économiques, avec une vitesse moyenne, arrêts compris, de 15 verstes à l'heure.

Les trains de voyageurs atteignent sur peu de lignes une vitesse de 50 verstes à l'heure et c'est seulement sur certains parcours qu'on arrive à 60 verstes; la vitesse habituelle est de 30 à 40 verstes. Les trains de marchandises à vitesse accélérée, composés de wagons de marchandises, auxquels on ajoute quelquefois des wagons de 4e classe ou militaires, marchent à une vitesse de 15 à 20 verstes à l'heure et les trains ordinaires de 10 à 15 verstes à l'heure, arrêts compris. En hiver, par suite des conditions climatériques, cette dernière vitesse tombe à 10 verstes et même 6 $^1/_4$, arrêts compris;

9° Pour pouvoir obtenir, autant que possible, une vitesse uniforme et éviter que les

trains ne marchent à une vitesse supérieure au maximum fixé, il est recommandé aux chemins de fer d'employer des indicateurs de vitesse sur les locomotives. Les systèmes d'indicateurs employés sur les lignes russes sont décrits dans le § 5 du présent chapitre II.

1. — Statistique et conditions générales de construction des locomotives et tenders.

STATISTIQUE DES LOCOMOTIVES. — Suivant le recueil de statistique du Ministère des voies de communication pour l'année 1890 (tableau III), au 1er janvier 1891, le nombre des locomotives était le suivant :

Sur les chemins de fer de l'État	1,535
Par verste de voie	0.18
Sur les lignes privées	5,398
Par verste de voie	0.27
En totalité	6,933
Par verste de voie	0.24

Voici les diverses catégories des locomotives :

1° *Locomotives à voyageurs pour trains express.* — Suivant le compte rendu officiel, il en existait en tout 128. Mais si l'on étudie avec attention les comptes rendus particuliers des chemins de fer, on s'aperçoit que les lignes les plus importantes, au point de vue du trafic des voyageurs, tant pour les communications entre les grands centres que pour les relations internationales, ne possédaient à la fin de 1890 aucune locomotive de cette catégorie.

2° *Locomotives mixtes à voyageurs et à marchandises.* — A la date indiquée, leur nombre était de 1,249. Ces locomotives servent aux trains de voyageurs; elles sont pour la plupart à six roues et à deux essieux accouplés.

3° *Locomotives à marchandises.* — A la même date, le nombre des machines à six roues était de 3,798 et celui des machines à huit roues de 1,496. Ce dernier type est fort répandu sur les lignes russes à cause de la très grande quantité de transports nécessitée par la dernière guerre de Turquie en 1877-78. Parmi les personnes qui ont le plus contribué à propager ce type, il faut citer l'ancien professeur et directeur de l'Institut technologique (depuis ministre des finances), M. J.-A. Wychnégradsky (chemin de fer de Rybinsk-Bologoë), et les ingénieurs des voies de communication : professeur Erakov, Kerbedz et Soloubiev (chemin de fer de Kiev-Brest et de l'Oural).

4° *Locomotives Ferley.* — Leur nombre est de 50. Elles sont actuellement en service sur le chemin de fer du Transcaucase et, autrefois, une partie d'entre elles se trouvait sur la ligne de Tambov-Saratov. Par suite de la difficulté des réparations de ces locomotives et aussi par suite de l'amélioration du profil de la ligne du Transcaucase, obtenue par le percement du tunnel de Souram, leur utilité tend à diminuer progressivement.

5° *Locomotives-tenders.* — Elles sont au nombre de 212. On s'en sert de préférence pour les manœuvres de gare; seules quelques lignes en possèdent, car dans la plupart des cas, ces manœuvres sont faites, soit par les locomotives des trains en passage, soit par des locomotives qui ne sont plus propres au service des trains.

Conditions de construction. — Voici les points caractéristiques de la construction des locomotives russes :

Dans la plupart des cas, les locomotives sont à cylindres horizontaux extérieurs; les longerons sont placés à l'intérieur des roues et les appareils de distribution de vapeur à l'intérieur des longerons; les coulisses sont du système Stephenson ou Allan; cependant, dans ces derniers temps, on commence à employer l'appareil Joy.

Chaudières. — Les chaudières sont en fer; ce métal, essayé à la rupture sur une éprouvette d'une longueur de 200 millimètres, doit résister à un effort de 34 kilogrammes par millimètre carré dans le sens du laminage et de 30 kilogrammes en travers avec un allongement de 15 à 18 p. c. dans le sens du laminage et de 8 à 10 p. c. en travers [1].

Les tôles du corps cylindrique des chaudières sont assemblées par deux rangs de rivets en quinconce et avec couvre-joint. Le fer des rivets doit avoir une résistance à la rupture de 39 kilogrammes avec allongement d'au moins 20 p. c. La pression de vapeur qui, pour les locomotives neuves, était de 8 atmosphères jusqu'en 1875, a été augmentée progressivement jusqu'à 9; actuellement, elle est de 10 et même de 12 atmosphères. L'épaisseur des tôles s'est accrue proportionnellement à cette augmentation de pression; elle est actuellement, pour les tôles ordinaires, de 15 millimètres, tandis que l'épaisseur de la tôle supérieure de la boîte à feu va jusqu'à 22 millimètres.

Les chaudières ont ordinairement des dômes spéciaux où se trouve la prise de vapeur.

Foyers. — Les foyers sont en cuivre rouge, composés de trois pièces : celle d'arrière, celle du ciel et des parois latérales et celle de la plaque tubulaire; l'épaisseur de la paroi d'arrière est de 15 millimètres, celle des parois latérales, également de 15 millimètres, celle du ciel, de 18 millimètres; quant à la plaque tubulaire, elle a 25 millimètres dans sa partie supérieure et 15 dans sa partie inférieure. L'épaisseur du cadre inférieur en fer servant à fixer le foyer est de 75 millimètres. Le ciel du foyer est fixé à la chaudière au moyen d'entretoises ou tirants en fer; on rencontre cependant assez souvent des fermes transversales et longitudinales. Les parois du foyer sont fixées au moyen d'entretoises en cuivre rouge ou en fer d'une épaisseur de 25 millimètres percées des deux côtés; la partie de chaque entretoise comprise entre les deux parois n'a pas de filet. Il y a, en outre, quelques foyers des systèmes Kozelovsky, May et Haswell, ainsi que des foyers américains en acier de l'usine Baldwin. Les grilles sont le plus souvent en fonte, placées de 500 à 900 millimètres en contre-bas des tubes à fumée, généralement à 700 millimètres. On a essayé, il y a quelques années, des grilles du système Nikiforov qui ont en plan une surface onduleuse.

D'après des recherches techniques et des données statistiques présentées à la conférence des ingénieurs du matériel roulant, en 1887, il paraîtrait que les foyers en cuivre des locomotives peuvent servir jusqu'à ce que les parois des parties se trouvant sous les têtes des entretoises soient réduites à 7 millimètres d'épaisseur et celles des parties

---

(1) Dans ces derniers temps, on a commencé à employer le fer fondu pour les chaudières de locomotives.

se trouvant à l'intersection des diagonales passant par le centre des têtes des entretoises, à 2 millimètres.

Dans ces derniers temps, c'est-à-dire jusqu'en 1892, il s'est produit deux explosions de foyers de chaudière qui ont causé des accidents mortels; un de ces cas a eu lieu avec un foyer du système Kozelovsky, le second avec un foyer du système May.

Ces deux foyers étaient en tôle ondulée et, dans les deux cas, des fentes dans le foyer ont été la cause directe des explosions. Dans l'un des cas, sur la ligne de Donetz, la violence de l'explosion a été telle, que la chaudière a été enlevée des longerons et rejetée à 24 sagènes par-dessus la locomotive et les wagons à marchandises en faisant un demi-tour; lorsqu'on l'a retrouvée, son axe se trouvait à 180° de sa position primitive. Chose curieuse, les bouchons fusibles ont été retrouvés intacts dans le foyer.

En suite d'un rapport présenté à la conférence des ingénieurs du matériel roulant, sur le mode de réparation et les matériaux à employer pour les foyers, en 1891, et de la discussion à laquelle il a donné lieu, il a été constaté :

a) Que sur quelques lignes (Koursk-Kharkov-Azov, Kharkov-Nicolaïev, Vladicaucase), les foyers en acier ont été remplacés par des foyers en cuivre;

b) Que les foyers en acier peuvent donner un excellent usage, à condition que l'eau et le combustible soient de bonne qualité;

c) Qu'il ne faut pas exiger pour les tôles du foyer une trop grande résistance à la rupture, cette résistance n'étant obtenue qu'au détriment de la ductilité, parce que les usines ne recuisent pas le cuivre afin de pouvoir satisfaire aux conditions excessives imposées.

Tubes à fumée. — Les tubes à fumée sont, soit en fer de Sibérie ou de Suède, soit en acier; les extrémités des tubes, du côté du foyer, sont munies de bouts en cuivre, mais on en rencontre cependant beaucoup sans bouts; l'épaisseur des tubes est de 2 $^1/_2$ millimètres et leur diamètre extérieur de 45 à 51 millimètres. Les tubes sont le plus souvent essayés à une pression hydraulique de 20 atmosphères et, en outre, à froid ils sont soumis à différents essais.

Appareils accessoires. — Les chaudières sont réglementairement munies d'appareils accessoires, parmi lesquels on rencontre le plus souvent :

1° Des manomètres Bourdon, Scheffer et Budenberg;

2° Des soupapes de sûreté à contre-poids système Meggenhofen et, depuis ces derniers temps, surtout celles du système Ramsbottom;

3° Des injecteurs Friedmann n° 9;

4° Le frein à contre-vapeur Lechatelier, avec injection de vapeur ou d'eau.

Cendrier. — Le cendrier a, à l'avant et à l'arrière, des registres mobiles qui sont quelquefois protégés par un filet métallique pour empêcher que ses étincelles ne s'en échappent; un tube partant d'un des injecteurs y lance de l'eau en cas de besoin.

Sablières. — Les sablières se trouvent, soit sur le haut, soit sur le côté de la chaudière; le sable est amené par des tuyaux en avant des roues motrices.

Régulateur. — Le régulateur est généralement placé dans le dôme de prise de vapeur et se compose de deux tiroirs en bronze ou en fonte. La conduite de prise de

vapeur dans la chaudière est formée d'un tuyau coudé en fonte; dans la boîte à fumée, ce tuyau est en cuivre.

Cylindres. — Les cylindres en fonte à grain fin sont essayés à une pression hydraulique, généralement égale à celle des chaudières. Les cylindres sont fixés aux longerons des locomotives; ces longerons, à l'endroit où se trouvent les cylindres, sont réunis entre eux par deux tôles verticales et par deux semelles horizontales formant boîte avec les précédentes. Les chapelles à vapeur se trouvent le plus fréquemment à l'intérieur des longerons. Les tiroirs sont en bronze (1). Les pistons venus d'une pièce, système suédois, sont en fer avec deux segments en fonte. Les tiges des pistons en acier fondu traversent quelquefois de part en part le fond des cylindres; il y a une ou deux glissières en acier fondu avec garnissage en cuivre; la crosse est en fer munie de guides en fonte.

Bielles motrices et d'accouplement. — Les bielles motrices et les bielles d'accouplement sont en acier fondu; leurs coussinets sont en bronze (82 p. c. de cuivre et 18 p. c. d'étain).

Distribution de la vapeur. — Le changement de marche s'opère au moyen d'une manœuvre à vis. Toutes les parties de l'appareil de distribution de la vapeur sont en acier ou en fer cémenté et trempé.

Longerons. — Les longerons des locomotives, à peu d'exceptions près, sont en tôle de fer d'une seule pièce; depuis quelque temps, l'emploi du fer fondu est autorisé.

Le fer supporte 32 kilogrammes par millimètre carré dans le sens du laminage et 30 kilogrammes en travers, avec un allongement d'au moins 8 p. c.; le fer fondu supporte de 36 à 40 kilogrammes avec un allongement de 20 à 26 p. c.

Les tôles des longerons, en plus des renforcements à l'endroit où se trouvent les cylindres, sont encore réunies entre elles par des tôles verticales servant de support à la partie cylindrique de la chaudière. La chaudière est fixée directement sur les longerons à l'endroit de la boîte à fumée; les supports à glissière de la chaudière sont des plaques en bronze.

La traverse de l'avant est fixée aux longerons; elle est souvent en chêne recouverte d'une tôle et munie de deux tampons, d'un attelage à vis et de deux chaînes de sûreté. Le passage autour de la locomotive est protégé par un garde-fou; sur le devant de la locomotive se trouvent des balais en fer. La traverse de l'arrière est en tôle de fer.

Attelage de la locomotive au tender. — L'attelage de la locomotive au tender se fait de différentes manières; le mode le plus répandu est un tendeur fonctionnant sur le même ressort qui dessert l'appareil de choc; celui-ci presse les tampons à têtes arrondies qui s'adaptent dans les cavités correspondantes. Comme autres systèmes, il faut citer ceux de Stradal et de Tilp.

ESSIEUX ET ROUES. — Les essieux des locomotives et des tenders se font maintenant exclusivement en acier fondu. Les roues, qui étaient en fer forgé, se font en acier et

(1) La composition exigée par l'Administration des chemins de fer de l'État est de 80 p. c. de cuivre, 14 p. c. d'étain et 2 p. c. de zinc. Dans ces derniers temps, on a commencé à employer des tiroirs en bronze phosphoreux.

en fonte et sont calées à la presse hydraulique à une pression d'au moins 75 tonnes. Les bandages sont en acier fondu; les essais des charges de fusion sont mécaniques; on prend trois échantillons des bandages mis à l'essai. On exige, en outre, une garantie, généralement de cinq ans, ou bien l'on stipule par contrat qu'il sera parcouru un nombre déterminé de verstes avant le premier tournage.

La matière des essieux est essayée à la rupture de 55 à 60 kilogrammes par millimètre carré avec un allongement de 15 à 18 p. c., et celle des bandages, de 50 kilogrammes par millimètre carré avec un allongement de 12 p. c.

Les bandages sont placés à chaud; on les chauffe à cet effet à la vapeur ou à l'huile chaude, on les fixe au moyen de boulons et quelquefois d'anneaux.

En 1881, la conférence des ingénieurs du matériel roulant a décidé comme normal un écartement de 1.445 millimètre entre les bords intérieurs des bandages; de cette manière, si le matériel roulant est symétriquement fixé sur les rails, on obtient entre les bords intérieurs des bandages et les rails un écartement de :

$$\frac{1524 - 1445}{2} = \frac{79}{2} = 39.5 \text{ millimètres.}$$

Pour les locomotives et tenders en service, il est défendu que les bandages des roues, au point de contact avec les rails, aient, creux ou ornières non compris, des épaisseurs moindres que les suivantes :

1° Pour les bandages des locomotives :

a) Pendant la période d'été	30	millimètres.
b) — — d'hiver	35	—

2° Pour les bandages des tenders :

a) Pendant la période d'été	28	millimètres.
b) — — d'hiver	30	—

Le commencement et la fin de chacune des périodes ci-dessus indiquées, sont déterminés pour chaque section ou groupe de lignes séparément, conformément aux conditions climatériques locales et suivant accord entre le département des chemins de fer et l'administration des lignes.

D'après les données statistiques recueillies et des considérations théoriques, la conférence des ingénieurs du matériel roulant a constaté en 1891 :

a) Que le plus grand effort des collets des essieux de locomotives et de tenders, en service, représente :

Pour les locomotives à voyageurs :

Essieux moteurs	9.28	kilogrammes	par millimètre	carré.
— couplés	10.00	—	—	—

Pour les locomotives à marchandises :

Essieux moteurs	8.84	kilogrammes	par millimètre	carré.
— couplés	9.24	—	—	—
— de support	9.72	—	—	—
— de tenders	9.74	—	—	—

A. Pour les essieux moteurs, l'effort est calculé suivant la formule suivante :

$$T \times 0.0982 d^3 = M^3 = \frac{3}{8}\sqrt{\left\{Pl + 0.4\left(P + 1000\right)\left(\frac{D}{2} + 0.125d\right)\right\}^2 + Q^2 l_1^{\,2}} +$$

$$+ \frac{5}{8}\sqrt{\left\{Pl + 0.4\left(P + 1000\right)\left(\frac{D}{2} + 0.125d\right)\right\}^2 + Q_2^2 l_1^{\,2} + 0.5 Q^2 v^2}$$

où P = chargement sur le collet de l'essieu (fig. 1);
Q = effort transmis sur le bouton de manivelle par la locomotive;
v = rayon de la manivelle;
d = diamètre du collet de l'essieu;
les autres indications sont sur le dessin.

B. Pour les essieux de support :

$$T \times 0.982 d^3 = \sqrt{\left\{\left(Pl\right)^2 + 0.4\left(P + 1000\right)\left(\frac{D}{2} + 0.125d\right)\right\}^2}$$

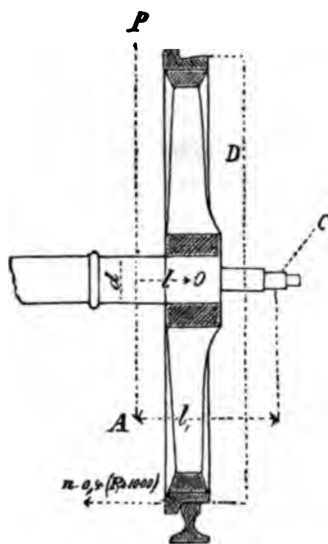


Fig. 1.

où d = diamètre du collet de l'essieu;
P = charge sur le collet de l'essieu;
l = longueur;
D = Diamètre de la roue.

C. Pour les essieux de tenders :

$$R = \frac{P}{0.1 d^3}$$

b) L'effort des collets d'essieux cassés représente de 8 à 12 kilogrammes par millimètre carré et les fentes se montrent de préférence sur les différentes parties du moyeu.

La Conférence a adopté la conclusion suivante :

L'usure des essieux peut être autorisée jusqu'à des dimensions telles que l'effort, calculé suivant la formule indiquée, ne soit pas de plus de 12 kilogrammes par millimètre carré;

L'usure des essieux ne doit pas être de plus de 12 p. c. comparativement aux dimensions primitives des essieux;

L'examen des essieux doit être fait après un parcours de 300,000 verstes;

Les essieux ne peuvent, en aucun cas, avoir les entailles de la tête recouvertes par le moyeu de la roue;

Le diamètre de l'essieu ne doit, en aucun endroit, être supérieur au diamètre du moyeu;

Les nouveaux essieux de tenders ne doivent pas avoir de clavettes; quant à ceux des locomotives, les entailles pour les clavettes doivent avoir une forme telle qu'il n'y ait pas d'angles aigus, soit à un, soit à trois pans.

D'après un rapport présenté à la conférence des ingénieurs du matériel roulant en 1885, au sujet du service des boutons de manivelles des locomotives, il a été constaté :

a) Que l'on peut sans danger permettre un effort, sur la partie sujette à l'usure, de 12 à 15 kilogrammes par millimètre carré, si le calcul est fait suivant la formule suivante :

$$R = \frac{M}{0.1 \times d^{3\prime}}$$

où R = l'effort de la matière des boutons de manivelles en millimètre carré;
M = le moment des efforts en action;
d = le diamètre de la section transversale des boutons de manivelle en millimètre carré.

Le moment des efforts en action M a les significations suivantes :

I. — Pour les boutons de manivelle des roues des locomotives à voyageurs (fig. 2).

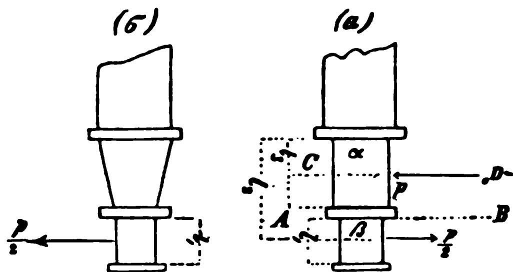


Fig. 2.

Pour la roue motrice (a) :

Pour le collet sur lequel est placé le coussinet de la bielle (a),

$$M = \frac{P}{2}\left(l_2 - \frac{l_3}{2}\right);$$

où P = effort total, agissant et transmis par la tige du piston, en supposant que la pression de la vapeur dans le cylindre soit égale à celle de la vapeur dans la chaudière (en kilogrammes).

Les significations de l_2 et l_3 sont indiquées sur la figure 2. M = moment dans la section (CD).

Pour le collet sur lequel sont placés les coussinets de la bielle d'accouplement (β),

$$M = \frac{P}{2} \times \frac{l_1}{2};$$

où P a la signification précédente; la signification de l_1 est indiquée sur la figure 2. M = moment dans la section (AB).

Pour la roue d'accouplement (δ),

$$M = \frac{P}{2} \times \frac{l_1}{2};$$

P a la signification précédente. La signification de l_1 est donnée dans la figure 1.

II. — Pour les boutons de manivelle des locomotives à marchandises à trois essieux (figure 3),

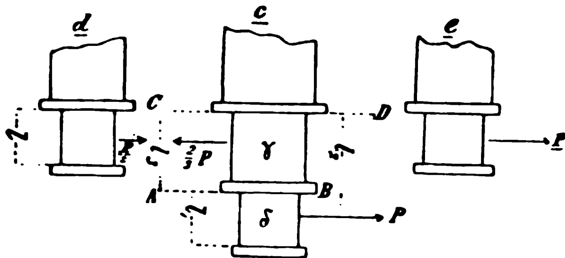


Fig. 3.

Pour la roue motrice (c) : pour le collet sur lequel sont les coussinets de la bielle d'accouplement,

$$M = P\left(l_2 - \frac{l_3}{3}\right)$$

M a la signification précédente. Les significations de l_2 et l_3 sont indiquées sur la figure 3 (*c*). P = moment dans la section (CD).

Pour le collier sur lequel se trouvent les coussinets de la bielle motrice (δ) :

$$M = P \frac{l_1}{2}$$

P a la signification précédente. La signification de l_1 est montrée dans la figure 3. M = moment dans la section (AB).

Pour la roue d'accouplement (*d*) :

$$M = \frac{P}{3} \frac{l_1}{2}$$

P a la signification précédente. La signification de l_1 est indiquée dans la figure 3.

b) Que la pression pour fixer les boutons de manivelle est de 30 à 50 tonnes;

c) Que quelques lignes commencent à employer, pour vérifier la position des boutons de manivelle, des appareils spéciaux sur lesquels on place un essieu monté de locomotive et que cette vérification peut être faite d'une manière très précise.

Ressorts. — Les ressorts sont en acier fondu de 13 × 90 millimètres; leur longueur dans la plupart des cas est de 940 à 1,100 millimètres.

Il résulte d'une communication de M. Souchinsky à la Conférence des ingénieurs du matériel roulant, que les ingénieurs russes n'ont pas adopté le système de suspension des locomotives sur trois points, que l'on rencontre si souvent en Allemagne; les locomotives mixtes à voyageurs et à marchandises sont dans la plupart des cas suspendues sur quatre points avec deux balanciers longitudinaux en arrière, ou bien avec deux ressorts à balancier en arrière; les ressorts des locomotives à marchandises sont réunis par des balanciers, le plus souvent celui de devant avec celui du centre, ou bien celui du centre avec celui de derrière; il y a cependant des locomotives sans balanciers.

D'une manière générale, M. Souchinsky conclut des renseignements obtenus par lui des différents chemins de fer : qu'il y a lieu d'éviter les ressorts communs à deux roues, à cause de la rigidité qui en résulte; que, pour la sûreté du mouvement, il faut adopter soit le système de suspension des locomotives sur quatre points, en transmettant la charge sur les roues des essieux de l'avant et du centre, au moyen de quatre ressorts réunis par deux balanciers longitudinaux, soit le système de suspension sur trois points en réunissant les deux ressorts des roues de l'essieu de devant, par un balancier transversal et les quatre ressorts des roues des essieux du centre et d'arrière par deux balanciers longitudinaux.

Boîtes à graisse. — Les boîtes à graisse se faisaient d'abord en fonte; actuellement, elles sont en fer ou en acier avec des coussinets en bronze contenant 82 parties de cuivre et 18 d'étain. Les parois des boîtes à graisse sont munies de plaques en bronze et ont des coins en acier fondu.

Cabine. — La cabine du mécanicien est en tôle de fer, avec deux grandes fenêtres vers l'avant, et deux autres sur les côtés, plus une porte du côté gauche; le toit est aussi en fer; le plancher et le banc, pour le mécanicien et le chauffeur, sont en bois.

Appropriation des locomotives au chauffage par la tourbe. — La ligne de Moscou-Nijni est pour ainsi dire la seule ligne employant la tourbe comme combustible. A cet effet, elle a fait les changements suivants dans ses locomotives :

1° Elle a haussé la grille pour la garantir de la chaleur rayonnante des résidus de combustible tombant dans le cendrier;

2° Elle a diminué l'espace entre les barreaux des grilles jusqu'à 12 millimètres, c'est-à-dire jusqu'à l'épaisseur des barreaux, et elle a remplacé les grilles en fonte par des grilles en fer;

3° Elle a remplacé la turbine Klein par une grille à flammèches placée dans la boîte à fumée au-dessus du rang supérieur des tubes à fumée.

Quelques ingénieurs n'approuvent pas cette dernière mesure.

Appropriation des locomotives au chauffage par le naphte. — La question du chauffage des locomotives par le naphte a été discutée à maintes reprises dans les conférences des ingénieurs du matériel roulant.

Les différents changements spéciaux opérés aux locomotives, pour l'application de ce mode de chauffage, sont décrits plus loin au § 5 de ce chapitre.

Pare-étincelles. — Les locomotives chauffées à l'anthracite ou au charbon aggloméré n'exigent aucun appareil spécial soit dans la cheminée, soit au-dessus.

Un pare-étincelles est employé sur toutes les lignes dont les locomotives sont chauffées au bois, à la tourbe et à la houille ordinaire; c'est une sorte de turbine placée à l'extrémité de la cheminée dans un tronc de cône ou tromblon; si celui-ci est bien fait, l'appareil n'a pas d'influence pernicieuse sur le tirage, surtout si dans l'auvent de la turbine on perce des trous de 6 millimètres; dans ce cas, les flammèches qui s'échappent de la turbine ne sont pas dangereuses.

Les turbines généralement employées sont des systèmes Klein, Schwartzkopf, Strouvé et Boury. En plus des turbines, beaucoup de lignes font usage d'une grille à flammèches de 1.5 à 10 millimètres placée dans la boîte à fumée.

On considère surtout, comme très utile, l'emploi des grilles placées dans les cendriers pour empêcher la projection des escarbilles, et l'extinction des étincelles par l'eau. Cette disposition est en usage sur la plupart des lignes.

Tenders. — La plupart des tenders sont à six roues; la distance entre les essieux extrêmes est d'environ 3m300; les roues sont en fer; les ressorts des roues de devant et du centre sont réunis par des balanciers. Les longerons sont extérieurs; les boîtes à graisse sont en fonte; toutes les roues sont munies de freins. La caisse à eau, en forme de fer à cheval, a une capacité qui était d'environ 8.5 mètres cubes et qui a été portée à 11.5 mètres cubes et même jusqu'à 14 mètres cubes.

La soute à combustible des nouveaux tenders est de 7 mètres cubes; l'épaisseur des parois est de 4 millimètres et celle du fond de 7 millimètres.

2. — Particularités de quelques types.

Par C.-J. SMIRNOV

INGÉNIEUR

Comme il a été dit au commencement du paragraphe précédent, toutes les locomotives des réseaux russes à écartement normal se divisent en cinq groupes : I. Loco-

motives à voyageurs pour trains express; II. Locomotives mixtes pour trains de voyageurs et de marchandises; III. Locomotives à trois essieux pour trains de marchandises; IV. Locomotives à quatre essieux pour trains de marchandises et V. Locomotives-tenders.

Dans le tableau qu'on trouvera plus loin se trouvent renseignées les données principales de seize types de locomotives se rapportant à ces groupes; les autres données se trouvent dans le texte même.

Le tableau et la description se rapportent toujours de préférence aux locomotives construites en Russie.

Groupe I. — Locomotives a voyageurs, trains express. — Ce groupe comprend les locomotives qui, tant par la disposition de leurs essieux que par le diamètre de leurs roues, peuvent atteindre une grande vitesse. Dans cette catégorie sont comprises les locomotives ayant des roues motrices et accouplées d'un diamètre d'au moins 1,676 millimètres (5 $^1/_2$ pieds) et une disposition des essieux telle que le foyer ne soit pas suspendu.

Suivant le § 69 du règlement du mouvement, les locomotives ayant des roues motrices de 5 $^1/_2$ pieds (et deux essieux accouplés) peuvent marcher à la vitesse maximum de 65 verstes (69.343 kilomètres) à l'heure.

C'est seulement depuis les deux ou trois dernières années qu'on a commencé à construire des locomotives plus puissantes. Jusqu'alors, on se contentait de locomotives d'un type plus léger, tant à cause du peu de vitesse des trains que de leur poids relativement faible. Depuis la création de trains de communication directe, qui a eu lieu simultanément avec l'augmentation de la composition et de la vitesse des express existants, ainsi que depuis l'accroissement du poids des wagons, auxquels on a commencé à donner de grandes dimensions pour satisfaire les convenances du public, les locomotives de l'ancien type se sont trouvées insuffisantes pour rendre les services qu'on en attendait et elles ont dû céder la place à de nouvelles machines beaucoup plus puissantes.

Type I. Locomotives à quatre essieux à bogie, série K, du chemin de fer Nicolas. — Cette locomotive a deux essieux accouplés placés des deux côtés du foyer et, sur le devant, un bogie à deux essieux.

Les locomotives de ce type, malgré leur grande supériorité pour les trains à grande vitesse, tant au point de vue de leur stabilité que sous le rapport des grandes dimensions de leur surface de chauffe, ne sont pas en très grand nombre sur les lignes russes. La raison en est dans le peu de vitesse de nos trains à voyageurs. Par contre, sur le chemin de fer Nicolas, les locomotives avec bogie ont été introduites pour les trains à voyageurs depuis l'ouverture de cette ligne.

Les premières locomotives série K ont été construites en Angleterre par l'usine Uster; dans la suite, 30 locomotives du même type, à peu de modifications près, ont été construites à l'usine Alexandrovsk. Le nombre total des locomotives série K est de 50 sur la ligne Nicolas.

La chaudière est en fer; le corps cylindrique se compose de quatre viroles en tôle de 14 millimètres, dont les rivures transversales sont à couvre-joint, avec une rangée de

rivets, tandis que les rivures longitudinales sont à double couvre-joint et à deux rangées de rivets.

La partie d'avant, en tôle de 19 millimètres, est assemblée au corps cylindrique de la chaudière par des cornières; la boîte à fumée, dont les parois ont 9 millimètres, y est fixée par des brides.

L'enveloppe extérieure du foyer ou boîte à feu est en tôle de 14 millimètres et le foyer en feuilles de cuivre rouge de 12 à 13 millimètres. L'épaisseur de la plaque tubulaire dans sa partie supérieure est de 25 millimètres. Les entretoises du foyer sont en fer, filetées dans toute leur longueur; leur diamètre est de 22 millimètres. La distance entre les entretoises est de 100 à 104 millimètres. Le ciel du foyer est entretoisé directement par des tirants en fer, de 22 millimètres dans leurs parties lisses.

La tôle d'arrière de la boîte à feu extérieure est fixée à la partie d'avant par treize entretoises d'une épaisseur de 29 millimètres (les locomotives construites à l'usine Kesler ont des fermes au lieu d'entretoises). La tôle du ciel du foyer est encore renforcée par trois entretoises transversales d'un diamètre de 32 millimètres.

Les tubes à fumée en fer ont 2.5 millimètres d'épaisseur; du côté de la plaque du foyer, ces tubes sont munis de bouts soudés en cuivre rouge de 3 millimètres d'épaisseur. Le diamètre des trous dans la plaque tubulaire du foyer est de 58 millimètres; dans celle de la boîte à fumée, de 54 millimètres.

Le dôme de vapeur est muni d'un plateau démontable fixé par des brides. Il n'y a pas de chicanes, ni de tubes à surchauffer la vapeur. Le régulateur est à deux tiroirs. Le tuyau de prise de vapeur, dans l'intérieur de la chaudière, est en cuivre et a 5 millimètres d'épaisseur; à l'extérieur, il a 4.5 millimètres d'épaisseur. Les tuyaux de l'échappement en fonte à section rectangulaire sont placés dans la partie inférieure de la boîte à fumée. Le cône a, à sa base, un diamètre intérieur de 114 millimètres; le changement de section se fait au moyen d'un noyau en fer en forme de poire.

La cheminée pour le chauffage au bois est en tôle de fer de 6 millimètres d'épaisseur; elle porte un pare-étincelles.

Le cendrier est muni d'un registre placé à l'arrière.

Les grilles sont à deux rangs de barreaux; l'espace entre ceux-ci est de 16 millimètres. La porte de la boîte à fumée est ronde à un vantail. Les portes du foyer sont à deux vantaux sur gonds.

La chaudière est munie de deux soupapes de sûreté à ressort Ramsbottom, de deux injecteurs aspirants n°s 9 et 7 (quelques locomotives sont munies d'injecteurs système Friedmann, non aspirants).

Les longerons du châssis sont en tôle de fer de 38 millimètres.

Le renforcement des longerons à l'endroit des cylindres est effectué au moyen d'une entretoise horizontale en tôle d'une épaisseur de 16 millimètres avec deux contreforts, et de deux entretoises verticales également en tôle; celle d'avant, de 8 millimètres d'épaisseur, sert de prolongement aux parois d'avant de la boîte à fumée et celle d'arrière, de 19 millimètres d'épaisseur, est réunie à la tôle de la plaque tubulaire d'avant.

Tableau des dimensions pri

	Groupes	I. — Locomotives pour trains express.				
	Types	I.	II.	III.	IV.	V.
	Locomotives.					
1	Nombre d'essieux	4/2	3/2	4/2	4/2	5/3
2	Diamètre des roues motrices en millimètres.	1,702	1,676	1,980	2,000	1,830
3	— — porteuses —	812	1,118	1,110	950	1,030
4	— des cylindres en millimètres	432	440	460/670	330/500	500/710
5	Course des pistons en millimètres	559	559	650	600	650
6	Pression effective de vapeur en atmosphères (1 kilogramme par centimètre carré)	8.27	8.27	11.0	11.0	11.0
7	Surface de chauffe totale extérieure en millimètres carrés	125.7	110.0	157.6	122.4	154.3
8	Surface de chauffe du foyer en millimètres carrés	10.4	8.4	12.5	10.4	9.7
9	Surface (horizontale) de la grille en millimètres carrés	1.71	1.39	2.46	1.90	1.85
10	Nombre de tubes à fumée	174	183	220	208	210
11	Diamètre extérieur des tubes à fumée en millimètres	57	51	50	45	51
12	Longueur des tubes entre les plaques en millimètres	3,810	3,480	4,200	3,800	4,300
13	Diamètre moyen du corps cylindrique en millimètres	1,386	1,321	1,390	1,222	1,438
14	Distance entre les essieux extrêmes (ou base de la machine) en millimètres	6,019	4,601	6,450	5,600	6,950
15	Longueur de la locomotive à l'extrémité des tampons en millimètres	8,824	(8,006)	10,380	9,402	(10,410)
16	Longueur de la locomotive et du tender à l'extrémité des tampons en millimètres	15,809	(14,336)	17,460	16,502	(18,160)
17	Poids de la locomotive en ordre de marche en tonnes	38.5	33.8	51.6	43.0	58.8
18	Poids de la locomotive à vide en tonnes	34.5	30.5	46.6	39.1	53.5
19	Effort de traction théorique maximum en kilogrammes	4,200	4,420	5,120	5,030	6,400
20	Effort de traction sur la barre d'attelage de 1/5.5 en kilogrammes	4,160	4,060	4,820	4,730	6,950
	Tenders.					
1	Nombre d'essieux	3	3	3	3	4
2	Diamètre des roues en millimètres	1,119	1,084	1,110	1,150	1,030
3	Base du tender en millimètres	3,500	3,404	3,500	3,500	3,500
4	Capacité du réservoir en mètres cubes	10.46	8.32	14.0	15.0	19.3
5	Poids du tender en ordre de marche en tonnes	29.8	22.2	35.1	35.0	42.0
6	Poids du tender à vide en tonnes	15.0	12.0	16.1	15.0	17.0

Remarque. — 1. Le numérateur de la fraction indique le nombre total des essieux; le dénominateur,
4. Le numérateur de la fraction indique le diamètre du petit cylindre; le dénominateu
14. S'il y a un bogie, la distance est comptée de l'essieu d'arrière jusqu'au pivot du bog
19. L'effort théorique maximum a été déterminé, pour les locomotives ordinaires, suivant l
(suivant la formule du professeur Petroff); dans ce dernier cas, le degré total de déten
vapeur dans la chaudière; d = diamètre des cylindres, $d\delta$ = diamètre du grand cy
Les chiffres entre parenthèses sont approximatifs.

motives et tenders.

…motives à voyageurs marchandises.		III. — Locomotives à marchandises à 3 essieux.		IV. — Locomotives à marchandises à 4 essieux.				V. — Locomotives-tenders.	
	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
	$^{4}{}_{3}$ 1,524 762 457 610	$^{3}{}_{3}$ 1,220 ... 456 610	$^{3}{}_{3}$ 1,400 ... 460 610	$^{4}{}_{4}$ 1,220 ... 500 650	$^{4}{}_{4}$ 1,150 ... 520 650	$^{4}{}_{4}$ 1,300 ... 500, 710 650	$^{4}{}_{4}$ 1,150 ... 500 730 650	$^{3}{}_{3}$ 1 070 ... 400 460	$^{4}{}_{4}$ 1,200 ... 500 650
0	9.3	9 3	10.0	9.3	9.3	11.0	11.0	8.0	9.3
7	138.4	123.7	122.0	175.6	180.0	170.0	167 5, 152·6	72.3	135.2
6	8.9	7.6	9.7	10.2	10.1	11.6	10.7	5.0	9.2
56	2.11 222	1.56 175	1.60 164	1.94 211	2.14 220	2.22 198	1.85 210 190	0.93 131	1.85 212
	51	50	51	50	52	50	51	50	51
	3.658	4,228	4,270	4,990	4,670	5,100	4,660	3,275	3,700
	1,501	1,282	1,363	1,470	1,485	1,500	1,470	1,146	1,470
	6,630	3,331	3,140	4.000	3,700	4,140	3,890	2,700	3,890
	9,276	8,515	8,482	9,782	9.410	9,986)	9,672	7,989	10,095
)	15,806	(14,940)	14.598	16,156	15,920	16.918.	16,319	...	...
.0, .0	40.0 34.5	35.5 32 0	39.0 34.6	49.0 43.0	47.9 41.1	51.0 44.5	51.5 45.5	(31.07) 26	56.6 45.3
	6,500	8.080	7,750	10,350	11,870	9,02)	10,480	5,300	10,520
)	6,140	6,460	7,090	8.900	8.700	9,270	9.360	(5,760)	10.300
   .8	3 1.010 3,330 11.3	3 1,018 3,150 9.8	3 1,044 3.300 10.0	3 1.018 3.250 10.0	3 1,010 3,300 11.5	3 1,110 3,510 14.0	3 1,010 3,300 14,0	... ... 2.3	... ... 5.2
 0)	(28.0) 11.3	(26) (11.0)	29.4 13.0	30.0 15.5	36.2 13.3	36.0 17.0	35.0 15.0	... ...	... ...

…ux moteurs.
…indre.

…$9 p_0 - 1.5) \frac{d^2 l}{D}$, et pour les locomotives compound : $Ti = p_2 \frac{d_1^2 l}{2D}$ ou $pi = 0.95 p_0 \sqrt{\varepsilon(2 - \varepsilon)} - 1.5$
…ndres ε est compté en supposant que l'admission dans le petit cylindre = 0.7 ; p_0 = pression absolue de la
…es compound ; D = diamètre des roues. (Pour la locomotive 14 en tandem $Ti = pi \frac{d_1^2 l}{D}$).

Sur le devant des longerons se trouve la traverse qui porte les tampons; cette traverse est en chêne recouverte de tôle. Au milieu des longerons se trouvent des entretoises verticales en tôle de 19 millimètres d'épaisseur, ayant la forme cylindrique de celles des chaudières.

A l'avant du foyer se trouve une entretoise verticale en tôle de 19 millimètres.

Remarque. — En général, les longerons ne sont pas assez rigides dans le sens de la longueur; cependant aucune fente n'a été remarquée ailleurs qu'entre les essieux et cela seulement depuis que les locomotives ont été munies de freins.

La boîte d'attelage est faite avec la tôle supérieure de la plate-forme, d'une épaisseur de 8 millimètres, et de trois tôles transversales d'une section de 177×38 et 177×50, fixées aux longerons à l'aide de coussinets en fonte. Les tôles transversales sont traversées par les tiges d'accouplement, la principale, la moyenne et deux de sûreté.

L'attelage de la locomotive au tender se fait au moyen d'un accouplement rigide et de deux chaînes de sûreté.

Sur le devant de la locomotive se trouvent l'attelage à vis ordinaire et deux chaînes de sûreté. Les tampons et leurs boîtes sont en fonte.

La plate-forme en fer strié a une épaisseur de 8 millimètres, elle est entourée d'un garde-fou; les roues sont recouvertes d'une enveloppe en tôle.

Le bogie de la locomotive tourne sur un pivot terminé à la partie inférieure par une calotte sphérique fixée dans le support en fonte des longerons principaux. La crapaudine du pivot, fixée entre les longerons du bogie, est en fonte. Les longerons du bogie ont 22 millimètres et sont réunis au milieu par deux tôles horizontales et deux tôles verticales et à leurs extrémités par deux entretoises. Afin que le bogie puisse tourner dans le sens horizontal, une plaque en forme d'arc est fixée aux longerons et au bogie. La charge sur les boîtes à graisse du bogie est transmise au moyen de deux balanciers réunis par une suspension aux deux ressorts à balanciers tournant sur un axe commun fixé aux longerons du bogie.

Les ressorts des essieux moteurs accouplés sont réunis par des balanciers; la section des lames de ces ressorts (au nombre de 9 a 101 millimètres sur 13). Les extrémités des lames supérieures sont munies d'un renforcement à travers lequel passent les boulons d'attache (type anglais). Les ressorts des bogies ont quinze lames.

Les boîtes à graisse des essieux moteurs accouplés sont en fer et celles des bogies en fonte. Les guides ou glissières des boîtes à graisse des bogies sont en fonte, les autres en fer ou en acier.

Les roues sont en fonte ou en fer (les locomotives, construites à l'usine Alexandrovsky, ont deux roues en fonte); les essieux sont en acier; les dimensions des collets des essieux moteurs sont les suivantes : $d = 178$ et $l = 143$ millimètres, celles de l'essieu couplé, 178 et 203 millimètres et celles de l'essieu du bogie, 146 et 241 millimètres. Les boutons de manivelle des roues sont en acier. Les rebords des boutons de manivelle sont remplacés par une partie filetée sur laquelle est vissée une rondelle; le tourillon des boutons de manivelle, calé sur les roues, a un cône de $^1/_{50}$.

Les boutons de manivelle des roues en fonte, après leur calage, sont renforcés par derrière par des rondelles vissées dans le corps même du bouton de manivelle.

Les bandages des roues sont en acier; l'épaisseur pour les roues motrices et accouplées est de 70 millimètres et pour celles du bogie de 65 millimètres. Les bandages des essieux des bogies sont fixés au moyen d'anneaux d'après le système Mansell.

Les cylindres intérieurs, entre les longerons, ont une inclinaison de $^1/_{2}$. L'épaisseur des parois est de 22 millimètres. Les tiroirs de distribution ont de grands couvercles ronds sur les côtés et des couvercles rectangulaires sur le devant.

Les pistons sont en fer forgé; il faut remarquer qu'au lieu de deux rainures pour les segments de piston, il n'y en a qu'une seule (ce qui n'est peut-être pas satisfaisant, surtout lorsque les tiges des pistons ne traversent pas les cylindres de part en part). Les segments de piston ordinaires ont une largeur de 44 millimètres et une épaisseur de 10 millimètres. Les abouts du segment sont recouverts par une lame maintenue à l'aide d'un ressort à boudin; en plus de ce ressort, il y a encore deux ressorts à boudin semblables à une distance de 210 millimètres l'un de l'autre. Les tiges des pistons sont en acier d'un diamètre de 70 millimètres, ils ne traversent pas de part en part les cylindres.

Les glissières sont formées de quatre barres d'une largeur de 70 millimètres; les guides sont en fer, les coulisseaux sont en fonte.

Les bielles sont en acier, leurs têtes sont du système américain, avec chapes mobiles, sans coins de serrage. Les *brasures* du tiroir sont de part en part. Les tiges des tiroirs sont guidés par des coussinets cylindriques en bronze (diamètre intérieur, 76 millimètres). Les colliers de l'excentrique, en bronze, sont fixés aux barres par des boulons.

Dimensions des lumières d'admission.	35 × 317
— — d'échappement.	70 × 317

L'excentricité est de 82.5. L'angle de l'avance est de 15°. Les tiges sont à fourches. Le recouvrement intérieur du tiroir est de 1.5 millimètre et le recouvrement extérieur de 25.5.

Le changement de marche est commandé par un appareil à vis.

Les locomotives sont munies du frein Westinghouse; la timonerie des roues motrices est à sabot simple. Sur la plate-forme de la locomotive se trouve une sablière du type généralement employé.

Les cabines sont très spacieuses; les parois, en bois, sont doubles avec une porte, sur le côté gauche. Les cabines renferment des indicateurs de vitesse du système Bruggemann.

Tenders. — Les longerons doubles sont en fer, l'épaisseur des tôles extérieures est de 14 millimètres, celle des tôles intérieures de 8 millimètres. Les ressorts sont à neuf lames; la section des tôles est de 90 × 12 millimètres. Les ressorts des essieux du milieu et de l'arrière sont réunis par des balanciers longitudinaux. Les roues sont en fer, d'un diamètre de 1,119 millimètres, les essieux en acier; les fusées ont un diamètre de 120 millimètres et une longueur de 240 millimètres. Les boites à graisse sont en fonte; la caisse à eau est en tôle de 6 millimètres d'épaisseur.

Les locomotives série K du chemin de fer Nicolas servent à tous les trains sans distinction. La composition des trains[1] est la suivante : Trains de voyageurs, 43 essieux; trains express, 23 essieux; le premier chiffre correspond à un train d'un poids d'environ 260 tonnes, le second de 160 tonnes avec chargement moyen par essieu de 6 tonnes. Dans des cas particuliers, la composition des trains est augmentée.

Type II. Locomotive à trois essieux construite à l'usine de Kolomna (1872). — A l'arrière, deux essieux moteurs; à l'avant, un essieu porteur. Les essieux accouplés sont réunis par des balanciers longitudinaux. Le corps cylindrique de la chaudière est composé de trois tôles d'une épaisseur de 13 millimètres. La boîte à fumée est le prolongement de la chaudière; le foyer est en tôle de 14 millimètres; tous les assemblages sont à deux rangs de rivets; le ciel du foyer est maintenu par des tirants; le foyer est en cuivre; épaisseurs des tôles : celle du ciel, 14 millimètres; celle des parois latérales et de l'arrière, 13 millimètres; la plaque tubulaire a $^{25}/_{14}$ millimètre.

L'alimentation de la chaudière est assurée par des injecteurs Friedmann, la distribution de vapeur est par coulisse Stephenson.

Les longerons sont en fer d'une épaisseur de 25 millimètres, les roues, boîtes à graisse et essieux sont en fer forgé. Les ressorts sont recourbés vers leurs extrémités; l'épaisseur des lames est de 12.7 × 89 millimètres ($^1/_2$ × 3 pouces).

Le tender a les deux essieux d'arrière réunis par des balanciers longitudinaux. Le bac à eau a une forme de fer à cheval, l'épaisseur des tôles qui le constituent est de 5.5 à 4.5 millimètres. Les roues et les essieux sont en fer et les boîtes à graisse en fonte.

Il y a beaucoup d'autres locomotives d'un type semblable à celle-ci, mais les roues de quelques-unes d'entre elles n'ont que 1,524 millimètres (5 pieds) et sont, par conséquent, moins propres aux trains express.

Quoique la longueur de ces locomotives (4,600 millimètres) n'empêche pas leur inscription dans les courbes de 532 à 640 mètres (250 à 300 sagènes), par suite de l'angle notable qui se forme entre la roue de devant et le rail, le boudin du bandage des essieux de devant s'use très vite. Pour diminuer cette usure, quelques Administrations donnent un jeu dans les coussinets de l'essieu d'avant, ce qui, par contre, influe, bien entendu, sur la bonne marche de la locomotive.

La composition des trains pour le type décrit peut être fixée approximativement de la manière suivante : sur les lignes avec rampe de 0.008, un train de voyageurs, pour une vitesse moyenne de 30 à 35 verstes à l'heure, se compose d'environ 13 à 15 wagons à trois essieux ou 200 à 240 tonnes. Un train express, pour une vitesse moyenne de 43 à 48 verstes à l'heure, se compose d'environ sept à neuf wagons à trois essieux ou 112 à 150 tonnes.

Type III. Locomotive compound à quatre essieux avec bogie. (Chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie.)

Cette locomotive est à deux essieux accouplés avec un bogie à deux essieux, qui peut non seulement tourner autour de son axe, mais possède encore un jeu transversal de

[1] Ici, comme partout dans ce qui suit, on a en vue la période d'été.

40 millimètres de chaque côté de sa position centrale. Ce dernier dispositif permet à la machine de passer par des courbes d'un rayon de 140 mètres. Les locomotives de ce type, au nombre de 16, ont été construites en 1890-91, dans l'usine de Kolomna, d'après un projet dressé à l'usine, en collaboration avec les ingénieurs du chemin de fer de Varsovie. Lors de la commande de ces locomotives, on avait en vue deux buts : 1° n'employer pour les trains impériaux de 250 tonnes que la simple traction, en lieu et place de la double traction employée jusque-là, et 2° accroître la vitesse des trains express tout en augmentant le nombre de leurs wagons.

La condition principale était « que les locomotives pussent remorquer un train d'un poids de 175 tonnes (non compris le poids de la locomotive et du tender), à une vitesse d'au moins 60 kilomètres à l'heure, sur des rampes de 0.006 et 80 kilomètres à l'heure en palier ».

La locomotive est du système compound à deux cylindres. Le chauffage se fait au bois. La locomotive est reliée au tender au moyen d'un attelage rigide triangulaire, qui permet au tender de se déplacer relativement à la locomotive, dans les courbes, mais en même temps atténue les mouvements de lacet et par cela même influe beaucoup sur la bonne marche.

La chaudière est en tôle de fer de 16 millimètres, les rivures transversales et longitudinales sont à deux rangs de rivets; ceux-ci ont 24 millimètres de diamètre.

La tôle du ciel du foyer a 22 millimètres. L'épaisseur de la plaque tubulaire de l'avant est de 22 millimètres.

Le foyer est fait au moyen de trois feuilles de cuivre rouge maintenues par un rang de rivets en fer. L'épaisseur des parois de côté et du fond est de 15 millimètres; le ciel a 18 millimètres; la plaque tubulaire, $^{25}/_{15}$ millimètre. Les entretoises du foyer sont en cuivre d'une épaisseur de 23 millimètres entre les filets; à leurs extrémités, les entretoises sont percées à une profondeur de 35 millimètres. Le ciel est fixé au moyen de tirants en fer allant de part en part, dont l'épaisseur aux endroits non filetés est de 24 millimètres. Le premier rang de tirants est mobile, pour faciliter la dilatation de la plaque tubulaire, de telle sorte qu'ils passent par la plaque intermédiaire qui est fixée à la partie supérieure. La porte du foyer est ronde, en tôle emboutie suivant le système Webb, sans anneau intermédiaire.

Les tubes à fumée sont en laiton, l'épaisseur des parois est de 2 millimètres, le diamètre extérieur de 50 millimètres. Les bouts des tubes du côté de la plaque tubulaire sont munis d'une virole en cuivre rouge de 4 millimètres. Le diamètre des trous de la plaque d'avant est de 52 millimètres, celui de la plaque d'arrière de 45 millimètres, à l'exception de quatre trous aux angles, qui ont un diamètre de 40 millimètres.

On a donné au dôme de vapeur un grand volume (diamètre intérieur de 826 millimètres) pour avoir une vapeur plus sèche; dans le même but on a établi tout le long de la chaudière un tube à vapeur se terminant dans le dôme par un coude; à la hauteur des brides, le dôme est divisé par une séparation pour le séchage de la vapeur; la partie supérieure du dôme est reliée à la partie inférieure au moyen de quarante-deux boulons de 1 pouce passant par les brides et ajustés au moyen d'un rodage.

Le régulateur est à deux tiroirs : le petit est en fonte et le grand en bronze. Tous les tubes à vapeur sont en cuivre rouge d'une épaisseur de 3, 4 $^1/_2$ et 5 millimètres.

Le tuyau de prise de vapeur se trouve sur sa plus grande longueur dans la boîte à fumée.

La section de la tuyère d'échappement peut être modifiée au moyen d'une valve tournante qui, une fois fermée, ne laisse échapper la vapeur que par un passage annulaire.

La boîte à fumée est de forme allongée afin d'obtenir une pression plus uniforme; l'épaisseur des tôles de la partie cylindrique supérieure est de 8 millimètres, celle des tôles de la partie inférieure, de 14 millimètres. La porte de la boîte à fumée est circulaire à deux battants. La boîte à fumée en fer est tronconique, l'épaisseur des parois est de 4 millimètres. En travers de la boîte à fumée (en cas de chauffage au bois) se trouve une grille à flammèches en fil de fer à mailles de 4 millimètres.

L'expérience a prouvé que cette grille ne s'engorge pas, si elle est tressée diagonalement en laissant un certain jeu aux fils qui doivent être tendus assez faiblement.

Le cendrier a deux registres derrière lesquels se trouvent des résilles tournantes empêchant les braises de tomber.

La grille est en fonte à trois rangs de barreaux espacés de 16 millimètres.

Pour le nettoyage de la chaudière et du foyer, il y a sept grands trous et treize petits. Les grands trous sont bouchés au moyen de disques rodés maintenus par des brides. Pour les dix petits trous dans les ouvertures des parois du foyer, il y a des douilles filetées en cuivre pour empêcher la détérioration des tôles.

Quant à la disposition des trous, il faut signaler le manque de place pour les trous dans les angles inférieurs du foyer. Ce défaut provient de ce que les essieux sont placés trop près du foyer; néanmoins, lorsque l'eau est de bonne qualité comme sur le chemin de fer de Varsovie, cette disposition des trous n'a pas trop d'inconvénient. Il n'en est pas de même pour les lignes où l'eau est mauvaise; dans ce cas, il faut soit diminuer la hauteur du foyer à l'arrière en inclinant la grille, soit diminuer le foyer lui-même.

La chaudière est munie : *a*) de deux soupapes de sûreté, système Adams, d'un diamètre de 100, avec tiges et ressorts du type Ramsbottom; *b*) de deux injecteurs, système Friedmann, n° 10; *c*) de deux sifflets à conduite commune, dont l'un est puissant, pour les signaux en marche, et l'autre faible, pour les stations; *d*) d'un niveau d'eau en verre et de trois robinets d'essai (système à soupape); *e*) d'un manomètre de Bourdon; *f*) d'un robinet à siphon avec tuyau à siphon annulaire; *g*) d'appareils pour arrêter les étincelles du cendrier et de la boîte à fumée et *h*) d'un robinet de décharge.

Toutes les pièces des appareils de sûreté, de même que les conduits à vapeur, doivent être ajustés à rodage sans jeu.

Les longerons des locomotives, par suite des grandes vitesses auxquelles sont destinées ces machines, se distinguent par la solidité de leur construction. Les longerons ont une épaisseur de 30 millimètres, leur hauteur au-dessus des boîtes à graisse est de 445 millimètres; ils sont en fer.

Presque dans toute la longueur, à l'exception de l'endroit où se trouve le foyer, les

longerons sont reliés par entretoises horizontales en tôle. La liaison des longerons avec la boîte à fumée est faite au moyen de deux pièces verticales en tôle et de deux pièces inclinées fixées au moyen de boulons pour faciliter le démontage de la chaudière lors des grandes réparations.

Le châssis des longerons entre les cylindres, servant aussi de support au bogie, se compose de trois tôles verticales et de deux tôles horizontales.

En face des consoles des glissières, les longerons sont reliés par des tôles verticales épousant la forme de la chaudière; la cornière supérieure de chacune de ces tôles est munie de deux supports en bronze s'appuyant sur la chaudière. La boîte d'attelage de l'arrière est composée de deux tôles horizontales et d'une tôle verticale.

La liaison du foyer avec les longerons est faite au moyen de deux cornières de soutien (d'une longueur de 1,156 millimètres) avec support en cuivre et de quatre brides maintenant les longerons près des découpures. En plus des appuis de côté, il y a encore une cornière de soutien fixée à la tôle d'arrière du foyer extérieur. Cette cornière transmet les pressions latérales à deux cames fixées à la tôle horizontale de la boîte d'attelage de l'arrière; pour diminuer autant que possible les jeux qui s'établissent avec le temps, entre les cornières et les cames, les supports sont amovibles.

Le bogie de la locomotive est muni de deux longerons longitudinaux reposant par l'intermédiaire d'un ressort sur les boîtes à graisse, et la boîte du centre renferme la crapaudine. Le pivot du bogie, fixé aux longerons principaux de la locomotive, est en fonte, il est hémisphérique de telle sorte que le bogie peut se balancer dans tous les sens. Le tourillon ou la crapaudine du pivot est en acier, fixé aux longerons du bogie au moyen de quatre supports en fer grâce à la position inclinée desquels le bogie tend toujours à reprendre sa position centrale, n'en déviant que sous l'influence des oscillations latérales dans les courbes. Deux tampons, placés aux deux côtés de la crapaudine, sont destinés à transmettre aux ressorts du bogie une partie des oscillations de la locomotive; en outre, les tiges des tampons limitent les mouvements du bogie autour de son axe vertical et empêchent la séparation de ses différentes pièces en cas de déraillement. Toutes les parties des pièces du bogie sont graissées par un lubrificateur spécial.

L'attelage triangulaire entre la locomotive et le tender est fait au moyen d'une bride en fer renforcée d'une tôle pour la rendre plus rigide; à travers l'extrémité de devant passe un long boulon horizontal fixé par ses extrémités aux douilles des longerons des locomotives, l'arrière de la bride se compose de deux pièces entre lesquelles est placée une douille ronde servant au boulon vertical d'attelage de la boîte du tender. Toutes les parties frottantes sont cémentées, trempées et munies de graisseurs.

La condition pour laquelle les attelages triangulaires ne présentent pas de difficultés lors de l'inscription dans les courbes et donnent par là une marche régulière à la locomotive, est déterminée par la formule (Koch, machines des chemins de fer, pages 294 et suivantes) :

$$y = \frac{c\,(s' + c)}{s + s' + 2c}$$

dans laquelle s = base du tender;

s' = base de la locomotive (dans ce cas s' comprend la distance entre les essieux-moteurs de la locomotive, le bogie étant mobile dans le sens latéral).
c = distance entre l'essieu d'arrière de la locomotive et celui d'avant du tender.
y = distance du pivot vertical de l'attelage à compter de l'essieu d'avant du tender.

Cette condition a été entièrement observée pour les locomotives décrites ici.

Les roues sont en fer. Les essieux en acier, les dimensions des fusées des essieux-moteurs et accouplés sont : d = 185 et l = 260 millimètres; essieux des bogies : d = 165 et l = 260 millimètres. Les bandages des roues motrices ont une épaisseur de 55 millimètres, ceux des roues des bogies 65 millimètres; la fixation de tous les bandages est faite au moyen de cercles ou anneaux suivant le système de l'usine Kolomna; en outre, les bandages des roues motrices sont munis de boulons. Les boutons des manivelles sont en acier.

Les boîtes à graisse sont en fer avec coussinets en bronze; les parties inférieures des boîtes à graisse du bogie sont maintenues par des boulons les traversant de part en part, de manière que leur enlèvement soit possible sans soulever la locomotive. Les guides des boîtes à graisse sont en acier. Les guides des essieux moteurs et accouplés ont des boulons passant à travers l'entretoise en fonte.

Les ressorts sont composés de douze lames d'une section de 89 × 12.7 millimètres (3 ½ × ½ pouce).

Tous les essieux de l'arrière sont réunis par des balanciers placés sur des couteaux.

Les cylindres sont extérieurs et horizontaux. L'épaisseur de la paroi du grand cylindre est de 27 millimètres et celle du petit de 25 millimètres. Le grand cylindre, en plus des boulons qui l'attachent aux longerons, y est fixé au moyen de saillies spéciales, serrées par une frette. Tous les trous des fonds des cylindres et des tiroirs sont alésés. Le fond d'avant est maintenu par un anneau spécial en fer facilitant le démontage et le réglage de l'usure. Les pistons sont en fer du système ordinaire suédois. Les tiges traversent les cylindres de part en part. Les glissières sont en acier. Les coulisseaux sont en acier fondu avec plaques en bronze. Les bielles sont en acier. La section du corps est en double T. La grosse tête de bielle sur le bouton de manivelle est à chape mobile facilitant le démontage.

Le mécanisme de la distribution à vapeur est du système Joy. Les tiroirs avec canaux de Trick sont en bronze phosphoreux. Les coulisses sont en acier cémenté et les taquets des coulisses en bronze. Les leviers verticaux sont en fer; les tiges horizontales sont en acier doux et ont la propriété de pouvoir être réglées dans leur longueur. Tous les axes sont munis de bagues en acier trempé, à l'exception de l'axe passant à travers la bielle du piston qui tourne dans une bague en bronze. Le graissage des tiroirs et des cylindres se fait au moyen de graisseurs dits américains, manœuvrés de la cabine du mécanicien.

Sur les boîtes de distribution de vapeur se trouvent des soupapes à rentrée d'air de Ricour, servant à diminuer la raréfaction de l'air lors de la marche de la locomotive à régulateur fermé [1].

[1] Des détails sur les soupapes de Ricour se trouvent dans un article de Levy. (*Ingénieur* de Kiev, 1886, page 270.)

Sur la boîte à vapeur du grand cylindre est montée la valve de démarrage von Borries. Le tuyau de vapeur sèche va au canal du coude du régulateur.

Les deux cylindres ont des soupapes de sûreté timbrées à 12 atmosphères pour le petit cylindre et à 5 $^1/_2$ pour le grand.

Le changement de marche se fait au moyen d'un appareil à vis.

Principaux éléments de la distribution :

	En millimètres.
Dimensions des lumières d'admission	300 × 5 et 520 × 15
— — d'échappement	300 × 86 et 520 × 86
Recouvrement extérieur des tiroirs	24 et 25
— intérieur des tiroirs	(—) 7 et (—) 2
Vitesse linéaire	12 et 12

Volume du grand cylindre environ 2.10 le volume du petit cylindre.

Les coulisses de droite et de gauche ont différentes inclinaisons donnant un rapport d'admission de vapeur tel que lorsque l'admission dans le petit cylindre est de 0.4, celle du grand est de 0.54. Ce rapport a été choisi pour obtenir un travail de la vapeur aussi uniforme que possible.

La plate-forme de la locomotive est en tôle striée d'une épaisseur de 5 millimètres; elle est munie d'un garde-fou.

La cabine est en fer avec le plafond garni de bois; les châssis des fenêtres de côté sont mobiles, et à gauche; il y a une porte de sortie; de chaque côté de la cabine, il y a des bancs, l'un pour le mécanicien et l'autre pour son aide.

La locomotive est munie du frein Wenger, les cylindres à frein se trouvent entre les essieux moteurs et les essieux accouplés. Les freins ont deux sabots sur chaque roue; la pression est de 40 p. c. de la charge sur les roues.

Chaque locomotive est munie d'un indicateur de vitesse, système Bruggemann, auquel le mouvement est transmis par une bielle et d'un robinet pour la boîte à sable à vapeur, système Holt et Gresham. Par suite de ce que la boîte à sable à vapeur ne fonctionne pas d'une manière tout à fait satisfaisante l'hiver, quelques locomotives sont munies d'une conduite à air comprimé vers le robinet de la boîte à sable; cet air est fourni par le frein Wenger.

Tender. — Les deux essieux de l'arrière sont reliés par des balanciers articulés sur couteaux. Les châssis longitudinaux doubles sont en tôle de fer d'une épaisseur de 10 millimètres.

Les roues du tender sont en fer; les essieux en acier. Dimensions des fusées : $d = 150$ et $l = 225$. Les bandages sont fixés au moyen d'anneaux ou cercles, d'après le système de l'usine Kolomna; leur épaisseur est de 65 millimètres.

Les boîtes à graisse sont en fonte, la partie inférieure est mobile; les glissières sont en fonte.

Les ressorts, dans leur position normale, de même que ceux du bogie, sont droits, la dimension de l'acier est la même que pour les roues des locomotives (89 × 12.7 millimètres). La caisse à eau est en forme de fer à cheval; l'épaisseur des tôles des parois est de 5 p. c. et celle du fond de 6 millimètres. Pour montrer la hauteur de l'eau, outre

des robinets d'essai, il y a un flotteur indiquant le niveau sur une échelle. Le tender peut contenir 5 sagènes courantes de bois. Le tender est muni du frein Wenger donnant une pression de 36 tonnes.

Les résultats des essais ont démontré que ces locomotives ont fourni non seulement le travail exigé par les conditions techniques, mais qu'elles peuvent encore donner une plus grande vitesse. Elles remorquent à une vitesse de 30 à 35 verstes à l'heure, sur une rampe de 0.006, des trains de voyageurs composés de 20 wagons à trois essieux, ce qui représente déjà un poids d'environ 320 à 350 tonnes.

Ces locomotives sont remarquables par leur marche régulière et leur bonne vaporisation.

En service, on a pu constater cependant qu'elles avaient certains défauts, notamment que les coussinets des tenders et du bogie s'échauffent rapidement et que les tiges de la distribution se cassent facilement; l'échauffement des coussinets provenait en grande partie de ce que leurs dimensions étaient trop faibles et de ce qu'ils ployaient sous la charge; le bris des tiges provenait de ce que le filetage était trop tranchant pour des pièces en acier.

En comparant ce type de locomotive avec le type série K du chemin de fer Nicolas, décrit plus haut, on peut voir que celui-ci est plus propre aux trains à grande vitesse et d'une grande longueur, tant à cause du diamètre de ses roues qu'à cause de sa surface de chauffe et de sa force de traction.

Type IV. Locomotive compound à quatre roues avec bogie du chemin de fer du Sud-Ouest. — La locomotive de ce type a été construite en 1891, dans l'usine de la Société de Mulhouse, à Belfort, d'après le projet dressé par le chemin de fer du Sud-Ouest. Elle était destinée à remorquer des trains courriers de 10 wagons à une vitesse de 60 verstes à l'heure. Le cahier des charges exigeait que la locomotive pût remorquer un train de 10 wagons à une vitesse de 37 verstes sur des rampes de 0.008 et de 77 verstes en palier. Ces locomotives ont satisfait à ces exigences, donnant même une certaine vaporisation et un certain effort de traction supplémentaire.

Par la disposition des essieux, cette locomotive rappelle le type précédent, mais elle en diffère beaucoup par son poids, les dimensions de sa surface de chauffe, la construction des cylindres et celle du bogie, ainsi que par beaucoup d'autres détails.

Les cylindres à vapeur compound, placés en « tandem », méritent une mention spéciale. Les cylindres sont disposés par paire à l'extérieur des longerons; chaque paire comprend un cylindre à haute pression et un cylindre à basse pression ayant une tige de piston commune transmettant l'effort sur des glissières communes. Chacun des cylindres est fixé isolément aux longerons, mais pour que leur liaison soit complète, ils sont réunis par des tiges creuses, maintenues par des boulons. Chaque paire de tiroirs reçoit son mouvement d'une coulisse commune. La vapeur du cylindre à haute pression du côté droit passe dans le cylindre de basse pression du côté gauche par un tube d'admission placé en croix avec celui qui va du côté gauche au côté droit.

Le but principal à atteindre par la construction des quatre cylindres disposés en tandem, était d'obtenir un travail parfait de la machine des deux côtés et de diminuer

le diamètre du grand cylindre, ainsi que le bras du levier agissant sur le tourillon de la manivelle. On ne peut certainement pas nier que cette disposition complique la machine, gêne la surveillance et le montage en même temps qu'elle augmente le poids des masses horizontales en mouvement (pistons avec tiges); l'avantage qu'elle procure ne peut donc être reconnu que par la pratique.

La chaudière est en tôle de 14.5 millimètres avec rivures à deux rangs de rivets de 23 millimètres.

La tôle supérieure du foyer est du système Belpaire.

Le foyer est en cuivre rouge; il a une épaisseur de 16 millimètres, sauf la plaque tubulaire qui a une épaisseur de 28 millimètres. Les joints du foyer sont à un rang de rivets en fer.

Les entretoises du foyer sont en cuivre et percées dans toute leur longueur d'un canal de 5 millimètres.

Les tubes à fumée ont à leur bout d'arrière une virole en cuivre; le diamètre de leurs trous est de 46 millimètres dans la plaque d'avant et de 43 millimètres dans celle de l'arrière.

Le dôme de vapeur et muni dans le haut d'un fond convexe réuni au corps à l'aide d'un joint. Il n'y a pas d'appareil pour surchauffer la vapeur. Les tuyaux d'admission et d'échappement sont en cuivre; le croisement des tuyaux d'admission se fait au moyen d'une pièce en fonte placée au-dessus de la boîte à fumée.

La tuyère de l'échappement est fixée d'une manière constante en fils de fer.

Les injecteurs, système Gresham et Graven, sont placés à l'arrière de la boîte à feu, leurs tuyaux de vapeur et d'alimentation passent par l'intérieur de la chaudière, où se trouvent également le tuyau à siphon et le tuyau du robinet de démarrage. Cette disposition de la tuyauterie présente un avantage en ce sens qu'elle ne gèle pas et simplifie l'extérieur de la locomotive.

La majeure partie des joints des pièces d'alimentation et des conduites de vapeur ne sont pas rodés.

Les longerons sont en tôle d'acier. Pour le renforcement des longerons, les entretoises verticales dominent.

Le tender est relié à la locomotive au moyen d'un tendeur rigide, de deux tampons et de chaînes de sûreté (un attelage à vis est préférable, car il permet de régler le serrage des tampons).

Le bogie de la locomotive comprend deux tôles longitudinales reliées par des entretoises et des traverses.

La locomotive repose sur le bogie au moyen d'un pivot en acier muni d'un large disque; deux manchons entourent le pivot et glissent entre deux guides en bronze fixés aux tôles transversales du bogie. Ce dernier peut donc avoir, non seulement un mouvement de rotation, mais encore un jeu latéral.

Pour ramener les manchons dans leur position centrale lorsque la locomotive est sur une voie droite, il y a un ressort elliptique, qui, lors des oscillations latérales des manchons du pivot, se comprime et tend à ramener les manchons.

La pression sur les boîtes à graisse du bogie est transmise au moyen de deux ressorts à balancier et de deux balanciers.

Les roues sont en fer. Les bandages des roues sont fixés au moyen d'anneaux ou cercles.

Les boîtes à graisse sont en fer; les glissières en fonte.

Les ressorts des essieux moteurs sont reliés par des balanciers, montés sur tourillons. La lame des ressorts a une section de 88 × 12.7 millimètres pour les essieux moteurs et de 125 × 12 pour les essieux du bogie.

Pour faciliter le graissage, les graisseurs des boîtes à graisse des essieux moteurs et du pivot du bogie sont placés au-dessus de la plate-forme.

Les pistons des cylindres sont en acier, au nombre de deux sur une même tige. Les glissières sont en acier du type ordinaire.

Les tiroirs sont mis en mouvement par paire par des coulisses de Stephenson, et le changement de marche se fait au moyen du cylindre employé généralement avec contre-poids et appareil à vis.

Les bielles des pistons sont en fer, et les bielles d'accouplement en acier.

Les coussinets des bielles d'accouplement sont à bague en bronze, sans aucun moyen de réglage. Ce type, que l'on rencontre souvent à l'étranger et qui simplifie la construction, est peu employé sur les chemins de fer russes, à cause de la grande quantité de poussière qui est soulevée par la locomotive et qui use très vite les pièces; il y a lieu de lui préférer les coussinets avec clavettes de réglage.

Les têtes d'arrière ou grosses têtes des bielles des pistons ont des coins ou clavettes de réglage; toutes les têtes de bielle sont trempées.

En avant de la boîte à fumée se trouve un robinet qui est en relation avec la cabine du mécanicien et qui fait passer la vapeur de la chaudière par un petit tube dans le réservoir. L'ouverture de ce robinet se fait dans le cas où la force de traction de la locomotive n'est pas suffisante pour faire démarrer le train avec les petits cylindres.

Comme la vapeur envoyée directement dans le réservoir produisait, d'après des essais faits sur la ligne du Sud-Ouest, une contre-pression sur les pistons des petits cylindres, il a fallu, pour augmenter la force de traction au moment du démarrage, faire, dans les tiroirs des petits cylindres, des ouvertures suivant le principe de Lindner.

La locomotive est munie d'une sablière à vapeur, système Holt et Gresham, et du frein Westinghouse; la pression des sabots sur les roues des locomotives est d'environ 7,000 kilogrammes.

Tender. — Les ressorts des essieux de devant sont reliés par des balanciers. La caisse à eau du tender est en forme de fer à cheval; la partie supérieure de la caisse est en pente.

La soute à combustible peut contenir environ 400 pouds de charbon.

Les châssis des tenders sont doubles. Les roues sont en fer, les boîtes à graisse et les guides, en fonte. Le graissage se fait exclusivement par le bas. Le frein Westinghouse exerce sur les roues des essieux extrêmes du tender une pression d'environ 12,000 kilogrammes.

Type V. Locomotives compound à cinq essieux avec bogie, du chemin de fer de Vladicaucase. — Ces locomotives ont été construites au nombre de six, en 1892, par les usines de Kolomna. L'initiative de la construction de ce type, qui peut être appelé américain, de même que l'étude des données fondamentales du projet, appartiennent à M. l'ingénieur J.-J. Kerbedz, président de l'administration de la Société du chemin de fer de Vladicaucase.

Les raisons qui ont conduit à la construction de locomotives aussi lourdes pour trains courriers à voyageurs ont été les suivantes : *a*) Tendance à augmenter la vitesse des trains, malgré un profil de voie assez accidenté ayant beaucoup de rampes de 0.010 et des courbes de petit rayon, et *b*) augmentation du poids des trains, tant par suite de l'augmentation du nombre des wagons que par suite de l'emploi de wagons du type américain, plus lourds mais aussi plus confortables pour les grands voyages.

Ces locomotives avec bogie, ayant un grand écartement entre les essieux extrêmes et des roues d'un grand diamètre, marchent très régulièrement à de grandes vitesses.

La construction du bogie, à déplacement latéral et sans boudins aux bandages des roues motrices, rend possible le passage dans des courbes de petits rayons d'environ 125 sagènes (266 mètres), par exemple. L'attelage triangulaire employé entre le tender et la locomotive empêche quelque peu une inscription libre dans les courbes, car la charnière verticale n'a pu être placée au point qui a été déterminé par les formules.

La très grande puissance de traction de ces locomotives permet de s'en servir pour les trains à voyageurs les plus lourds. On a fait remarquer que pour des locomotives d'un poids utile de près de 59 tonnes, il serait désirable d'avoir une plus grande surface de chauffe, de même qu'une plus grande surface de grille pour faciliter la marche de la machine avec des trains à grande vitesse.

L'application du principe compound a été faite d'après le système de Lindner.

Beaucoup de dispositions de détails de cette locomotive, telles que l'épaisseur des tôles du foyer et de la chaudière, la fixation de la chaudière, le renforcement des longerons, l'attelage triangulaire, les cylindres, les roues, les essieux, etc., sont semblables à celles de la locomotive à voyageurs du chemin de fer de Saint-Pétersbourg-Varsovie. Nous ne parlerons ici que des parties qui offrent une particularité spéciale.

La chaudière se distingue par sa hauteur au-dessus des rails (2,500 millimètres), ce qui a été certainement fait pour laisser un espace libre suffisant au-dessous de l'arbre de relevage de la coulisse et de la grille du foyer.

Du côté droit du corps cylindrique de la chaudière, près du foyer, se trouve un trou d'homme, à obturateur plat fixé par des goujons. Ce trou facilite le nettoyage des dépôts des tubes à fumée près de la plaque tubulaire et de la voûte du foyer, ce qui est de première utilité pour une ligne dont l'eau est aussi mauvaise que celle de Vladicaucase. Cependant, il faut noter que cette disposition entraîne un joint supplémentaire pouvant se détériorer.

Parmi les appareils de sûreté, on remarque le sifflet de très grandes dimensions du type américain.

La tuyère d'échappement en haut de la boîte à fumée est à section fixe.

La charge sur les essieux moteurs est transmise au moyen de trois balanciers.

Le bogie est à jeu latéral; par sa construction, il rappelle absolument les bogies des trains courriers du chemin de fer de Saint-Pétersbourg-Varsovie, à cette exception près que le pivot a la tête en haut et non en bas. Les côtés de la plate-forme se trouvent au-dessus des roues, ce qui a rendu inutile la construction de tambours en cet endroit. Pour visiter pendant la marche les coussinets des essieux de l'avant et de l'arrière de la locomotive, on a percé dans la plate-forme des ouvertures munies de trappes.

Quant au mécanisme, il faut signaler qu'en raison de ses dimensions la bielle a une longueur de 3,220 millimètres. Par suite de cette longueur, l'inclinaison de la bielle, qui est de $^{321}/_{3.200} = {}^{1}/_{98}$, est très faible, ce qui doit influer d'une manière favorable sur les oscillations verticales de la locomotive; mais comme le poids de la bielle augmente dans des proportions semblables, il en est de même de tous les inconvénients qui en dérivent, par exemple l'intensité plus grande des chocs, lorsque les coussinets ont du jeu.

Les têtes de bielle sont à clavettes du type ordinaire;

Les glissières ordinaires sont en acier;

Les guides sont en acier fondu avec plaque de bronze.

Comme appareil de démarrage, il y a le robinet Lindner, qui reçoit la vapeur de la boîte à vapeur du cylindre de droite et la transmet à la boîte du cylindre de gauche par un tuyau contournant la chaudière dans sa partie inférieure. Le cadre du tiroir du cylindre de gauche est muni d'une valve, système Lindner, dernier modèle; elle est destinée à fermer l'ouverture du tuyau d'échappement dans le petit cylindre, d'après les positions du tiroir du grand cylindre et alors qu'il ferme les lumières à vapeur.

La distribution de vapeur est du système Joy avec levier de renversement partant du bouton de la manivelle; grâce à la construction de ce levier, il est inutile d'avoir un levier-guide trop long dont l'axe d'avant devrait être placé près du cylindre.

Les coulisses se distinguent par leur longueur, qui provient de l'impossibilité de choisir sur la bielle un endroit pour l'axe, plus près des guides et aussi à cause de la grande longueur des guides des coulisses qui sont faits en bronze dur.

Le guide du tiroir est très solide et garanti, on peut le dire sans crainte, contre l'usure et la casse.

Les tiroirs sont équilibrés suivant le système Richards, très répandu en Amérique; ils sont en bronze phosphoreux. Les deux tiroirs ont des lumières système Trick.

Tous les axes des joints sont munis de bagues en bronze dur phosphoreux (après la remarque qui a été faite que les bagues en acier s'usent plus vite).

Les boîtes de tiroir ont des soupapes Ricour.

Le graissage des tiroirs et des cylindres se fait au moyen de graisseurs, système Koesler, se trouvant sur la plate-forme.

Il y a encore à signaler l'indicateur de vitesse Haushalter, la sablière à vapeur Holt et Gresham et le frein à air Westinghouse.

L'appareillage du frein Westinghouse est à doubles sabots sur toutes les roues. Un cylindre à frein commun à toutes les roues des locomotives est remplacé par de petits

cylindres à frein, placés entre des longerons longitudinaux fonctionnant chacun sur une paire de roues. L'air y est amené de la conduite par un tuyau en cuivre.

Le tender du type américain est placé sur deux bogies avec un très grand bac. L'installation d'une très grande caisse à eau a pour but de permettre de ne prendre l'eau que dans les stations où elle est de meilleure qualité.

Le tender est muni du frein Westinghouse.

Type VI. Locomotive compound à quatre essieux avec un essieu de support. Série H du chemin de fer Nicolas. — L'augmentation continuelle de la composition des trains courriers, en même temps que du poids des nouveaux wagons et la nécessité de remorquer à simple traction les trains impériaux qui pèsent jusqu'à 390 tonnes, ont conduit l'Administration du chemin de fer Nicolas, en commandant de nouvelles locomotives, à passer à un type plus fort que celui de la série K.

Le projet de la locomotive série H a été tout d'abord élaboré en 1891 dans le bureau technique de l'usine Alexandrovsky, sous la direction du professeur Chtchoukine et terminé définitivement, en 1892, à l'usine de Kolomna, qui a construit les 16 premières locomotives de ce type.

L'application du principe compound a été faite suivant le système Lindner.

Par suite du grand écartement des essieux extrêmes, l'essieu de devant est muni de boîtes radiales, système Adams, et les bandages des roues des essieux moteurs sont dépourvus de boudins.

Quant aux détails, il y a lieu de remarquer les particularités suivantes comparativement aux types décrits plus haut.

La grille est en plan incliné pour permettre le placement de l'essieu d'arrière. La chaudière est beaucoup moins élevée au-dessus des essieux que celle du type précédent, ce qui fait que les ouvertures des angles du foyer sont moins commodément placées pour le nettoyage des parois du foyer.

Le ciel du foyer est maintenu par des tirants passant de part en part; les deux rangs de devant de ces tirants ont une certaine mobilité obtenue par le passage des têtes des boulons supérieurs à travers un support en fer à T.

Les portes du foyer sont à deux battants.

La porte de la boîte à fumée est en fonte à double paroi.

La tuyère de l'échappement est à section variable et se trouve en bas de la boîte à fumée; sa base est à colonnettes supportant un dôme de tirage, dont l'emploi permet une distribution plus uniforme du tirage dans le faisceau des tubes à fumée.

Quoique les locomotives de la série H aient été construites pour le chauffage au bois, la cheminée est sans turbine comme celle des locomotives du chemin de fer de Saint-Pétersbourg-Varsovie pour chauffage au charbon; pour arrêter les flammèches, il y a une grille en fil de fer au-dessus de l'échappement.

L'alimentation de la chaudière se fait au moyen de deux injecteurs placés dans la cabine, des deux côtés de la chaudière.

Le sifflet à vapeur est à anche.

La charge sur les ressorts des essieux moteurs est transmise par trois balanciers aux points d'appui.

Les bandages des roues motrices sont fixés par des anneaux d'après le système de l'usine de Kolomna et les bandages des autres roues, par des anneaux Mansell.

Le tourillon des boutons de manivelle est conique et calé à une pression d'environ 30 tonnes; en outre, il est serré à l'extrémité par un boulon à large tête. Dans la suite, les boutons de manivelle des roues motrices ont été encore consolidés par des vis supplémentaires les empêchant de tourner sous les efforts transmis par le levier Joy.

Les boîtes à graisses radiales des essieux moteurs sont de construction belge. Les boîtes à graisse sont en fonte, leurs guides en acier. Le coussinet repose sur la boîte à graisse au moyen d'une saillie cylindrique permettant au coussinet de prendre dans la boîte à graisse une inclinaison verticale. La pression des ressorts sur la boîte à graisse se fait au moyen d'une plaque en acier cémenté, à surfaces inclinées vers le haut; le but de ces surfaces inclinées du tiroir et de la plaque est de centrer la position des boîtes à graisse, quand la locomotive entre sur une voie droite. Pour augmenter les surfaces latérales des coussinets dont le peu d'étendue est souvent la cause d'échauffements, les fusées des essieux moteurs sont munis de canaux au milieu.

La distribution de vapeur, système Joy, rappelle par sa construction celles des locomotives précédentes. Les tiroirs sont équilibrés par le système Richards. La valve à air Ricour n'est placée que sur la boîte du tiroir du cylindre de gauche. Les guides des tiroirs sont construits d'après le type des glissières et du guide du mécanisme moteur.

Pour le graissage des tiroirs et des cylindres, il y a dans la cabine du mécanicien un graisseur Nathan.

La locomotive a un indicateur de vitesse Haushalter; une sablière système Holt et Gresham (avec jet d'air au lieu de vapeur) et le frein Westinghoue.

Les roues motrices sont enrayées au moyen d'un cylindre à frein placé à l'avant entre les longerons; l'appareillage est à simple sabot sur chaque roue. La pression est d'environ 12 tonnes (lors des calculs, on a compté sur une pression effective de 3.5 atmosphères et 20 p. c. de frottement).

La cabine est en fer à double paroi, l'intérieur en bois. Chaque paroi latérale est munie de deux croisées pouvant s'abaisser.

Tender. — Les deux essieux de l'arrière sont reliés par des balanciers. La caisse à eau en fer à cheval est à double fond; six sagènes de bois peuvent y être placées. Les bandages des roues sont maintenus d'après le système Mansell. Le tender est attelé à la locomotive au moyen d'un tendeur, de deux chaînes de sûreté et de deux tampons cylindriques serrés par un ressort à balancier.

Le tender est muni du frein Westinghouse donnant une pression de 36 tonnes (dans les calculs, on a compté sur une pression effective de 3.5 atmosphères et 20 p. c. de frottement); l'appareillage est à doubles sabots.

GROUPE II. LOCOMOTIVES A VOYAGEURS ET A MARCHANDISES. — Les locomotives de ce type sont employées pour les trains mixtes à voyageurs et à marchandises marchant à une vitesse d'environ 25 verstes à l'heure, pour les trains à voyageurs marchant à une vitesse de 30 à 35 verstes à l'heure, et pour les trains courriers, d'une vitesse moyenne de 45 à 46 verstes.

Toutes, à l'exception de celles du chemin de fer de l'Oural, sont à trois essieux; le foyer est placé, soit entre les essieux moteurs, soit en porte-à-faux.

Parmi les usines russes ayant construit des locomotives avec foyer entre les essieux, l'usine Kolomna est la principale :

Les dimensions principales de ces machines sont comprises dans les limites suivantes :

Diamètre des cylindres	De 395 à 420 millimètres.
Course du piston	560 —
Diamètre des roues motrices	De 1.524 à 1.600 —
Pression effective de la vapeur	De 8 à 9 atmosphères.
Surface de chauffe totale.	De 88.5 à 98.5 mill. carré.
Surface de la grille	De 1.33 à 1.53 millimètres.
Poids de la locomotive en service	De 30.5 à 32.5 tonnes.

La locomotive avec le foyer en porte-à-faux peut être considérée comme la plus répandue des locomotives à voyageurs sur les chemins de fer russes. En plus du grand nombre de locomotives de ce type livré par des usines étrangères, telles que Cail, Schneider, Borsig, etc., etc., il en a été aussi construit par des usines russes, quelques-unes par l'usine de Kolomna et de plus nombreuses par la Société russe des usines de Nevsky.

Comme les locomotives de ce dernier type diffèrent très peu entre elles, nous ne décrirons qu'une seule locomotive, celle de la Société russe, et ne mentionnerons que les différences essentielles qui les distinguent de celles qui ont été construites ailleurs.

Type VII. Locomotive à trois essieux, dont un essieu porteur, construite par la Société russe des usines Nevsky (série 5).

Cette série représente le dernier type de locomotive construit par la Société russe (1880), soit pour le gouvernement, soit pour des particuliers, sur les projets établis à l'usine.

La chaudière est en tôle de fer d'une épaisseur de 14 millimètres. Le foyer est en cuivre, les parois latérales sont renforcées par des entretoises en cuivre et le ciel par des tirants en fer le traversant de part en part.

La boîte à fumée renferme une caisse pour le nettoyage et une grille à flammèches.

L'échappement est à section variable. La cheminée est rivée sur sa base. Le régulateur est horizontal à tiroir double en bronze. Il y a deux soupapes de sûreté, toutes deux sur le dôme de vapeur. Le sifflet est placé sur la cabine du mécanicien et relié à la chaudière par un tube spécial. L'alimentation de la chaudière se fait au moyen de deux injecteurs Friedmann, n° 7 et n° 9. Le niveau d'eau et les robinets d'essai se trouvent sur la même monture que le tube.

Les longerons sont en tôle de fer de 29 millimètres; leur hauteur au-dessus des

boîtes à graisse est de 348 millimètres. Entre les cylindres et la traverse d'arrière, les longerons sont encore entretoisés par trois tôles verticales supportant le corps cylindrique de la chaudière et une tôle horizontale placée entre les entretoises de l'arrière.

La traverse de devant est en chêne recouvert de tôle.

La locomotive est reliée au tender par un attelage à vis, deux tendeurs de réserve et deux tampons serrés par un ressort à balancier commun; les extrémités des tampons ont une surface semi-cylindrique qui entre dans une cavité correspondante. Les tampons de ce type empêchent le mouvement de lacet de la locomotive. Mais ils présentent aussi l'inconvénient d'augmenter la résistance lors de l'inscription dans les courbes; d'ailleurs, lorsque la base de la locomotive est petite, cela ne présente que peu d'importance.

La suspension de la locomotive est composée de deux ressorts séparés sur les essieux et de deux ressorts transmettant la pression au moyen de balanciers qui sont formés de deux tôles et qui se trouvent au-dessus des essieux moteurs; le nombre des lames est de douze pour les ressorts de devant et de dix-huit pour ceux à balancier (section de l'acier, 12.7 $\times$ 84 millimètres carrés).

Les pistons présentent des surfaces planes; grâce à cette forme, les fonds des cylindres à l'avant et à l'arrière peuvent être plats, ce qui par cela même les rend plus légers. Les pistons n'ont qu'une tige; cette tige est reliée au piston à l'aide d'une partie filetée, ce qui n'offre pas une entière sécurité.

La distribution est à coulisse Allan. Les tiroirs sont en bronze, sans rainures de Trick; les dimensions des lumières et des autres éléments de la distribution, sont les mêmes que celles des locomotives à marchandises, série 6, décrites ci-après. Pour guider le coulisseau du tiroir à l'arrière, ses longerons portent des supports munis de boîtes cylindriques en bronze.

Sur la plate-forme se trouvent des graisseurs d'un ancien type à robinets pour graisser les tiroirs et les cylindres.

La cabine est en fer, avec deux croisées de côté; il y a une porte du côté gauche pour se rendre sur la plate-forme.

La locomotive est munie du frein à contre-vapeur Lechatelier.

Les autres parties de cette locomotive sont semblables à celles de la locomotive à marchandises à trois essieux, série 6, qui sera décrite plus loin.

Le tender est du même type que celui des locomotives à marchandises, série 6, décrit plus loin.

Les locomotives construites antérieurement par cette même usine se distinguent par les points suivants :

Le ciel du foyer est renforcé au moyen de fermes transversales (et non pas par des tirants le traversant de part en part);

En lieu et place des grands trous pour le nettoyage du ciel entre les fermes, il y a des bouchons filetés.

Le sifflet et les robinets des injecteurs sont placés sur un support spécial (petit dôme) se trouvant sur la chaudière en avant de la cabine.

Les entretoises des longerons sont un peu faibles par suite de l'absence d'une tôle

horizontale entre les traverses cylindriques en dessous de la chaudière et d'une tôle horizontale plus courte entre les cylindres.

Les extrémités des tampons entre la locomotive et le tender s'appuient contre des madriers plats, et chaque tampon est muni d'un ressort à spirale.

La distribution de la vapeur se fait par la coulisse Stephenson.

La disposition de quelques pièces de l'armature est cependant un peu différente.

Les locomotives du type décrit travaillent sur des lignes ayant une rampe maximum de 0.008; elles remorquent ordinairement des trains de 14 à 16 wagons à trois essieux (220 à 260 tonnes) à une vitesse moyenne d'environ 30 à 35 verstes à l'heure; à de plus grandes vitesses atteignant 45 verstes à l'heure, la composition des trains diminue jusqu'à 8 ou 10 wagons. On peut dire que ces locomotives marchent assez régulièrement, pourvu que leur vitesse ne dépasse pas 60 verstes à l'heure.

Type VIII. Locomotives à quatre essieux avec train articulé à l'un des essieux, du chemin de fer de l'Oural. — Les locomotives de ce type ont été construites à l'usine de Kolomna et ne se trouvent (au nombre de 16) que sur la ligne de l'Oural, qui a des rampes de 0.015 et des courbes de petits rayons.

L'essieu moteur de l'arrière est placé sous le foyer; l'essieu porteur de l'avant est articulé et du type Bissell. Les trois essieux moteurs sont reliés par des balanciers.

La mobilité de l'essieu d'avant et le jeu dans les coussinets (environ 8 millimètres) des essieux accouplés extrêmes permettent à cette locomotive une inscription dans des courbes d'un rayon de 50 sagènes (107 mètres). L'effort de traction très considérable et les dimensions correspondantes de la surface de chauffe et de la surface de grille rendent ces locomotives parfaitement propres au service des trains de voyageurs très lourds.

Suivant les conditions exigées, ces locomotives doivent pouvoir remorquer des trains d'un poids de 246 tonnes sur des rampes de 0.010 à une vitesse qui n'est pas inférieure à 25 verstes (27 kilomètres) à l'heure.

A des rampes de 0.008 et à une vitesse d'environ 15 verstes à l'heure, le poids du train, suivant les données de l'album de l'usine Kolomna, peut atteindre 368 tonnes. La distribution de vapeur se fait au moyen de la coulisse Allan.

Les détails du Bissell qui méritent d'être cités sont les suivants : le train articulé n'a qu'un essieu et se compose des pièces suivantes : *a*) traverses embrassant l'essieu d'avant; *b*) triangle reliant la traverse au pivot du longeron principal, autour duquel le train articulé tourne, et *c*) parties de soutien du longeron sur le bogie. La traverse est formée de deux tôles verticales et de deux tôles horizontales portant des échancrures pour les boîtes à graisse; sur ces dernières tôles sont fixés les guides et les supports des ressorts. La pression du train articulé sur les boîtes à graisse est transmise au moyen de deux ressorts à cinq lames (section 89 × 12.7 millimètres).

Le triangle reliant la traverse au pivot est formé de deux cornières en fer, renforcées par des étrésillons pour les rendre rigides; le pivot lui-même est placé dans la traverse longitudinale, s'appuyant d'un côté sur la tôle de dessous de la chaudière, et de l'autre, sur la tôle de la boîte entre les cylindres. La longueur du triangle est de 2m443. La

pression verticale du longeron de la locomotive est transmise au train articulé au moyen de quatre supports inclinés; les deux supports supérieurs sont fixés à la traverse des longerons de la locomotive, et les supports inférieurs, aux tôles de la traverse du Bissell. Les supports inclinés n'empêchent pas les oscillations latérales du train articulé, mais, lors de l'inscription dans les courbes de la locomotive et de son tender, et lors de l'entrée de la locomotive sur les lignes en palier, ils ramènent le Bissell dans sa position centrale.

Les supports supérieurs ont des saillies qui limitent les oscillations latérales du train articulé.

GROUPE III. LOCOMOTIVES A MARCHANDISES A TROIS ESSIEUX. — La plus grande partie des locomotives à marchandises à trois essieux, tant de construction russe qu'étrangère, se distingue par les dispositions fondamentales suivantes : les roues sont placées entre les cylindres et le foyer, les longerons sont intérieurs; les cylindres sont horizontaux et extérieurs et ont leurs boîtes à vapeur à l'intérieur; la distribution de la vapeur se fait au moyen des coulisses Stephenson ou Allan.

Les dimensions fondamentales de ces locomotives sont comprises entre les limites suivantes :

Diamètre des roues motrices. . .	1m219 à 1m300;	le plus souvent,	1m220.
— des cylindres	432 à 480 millim.;	—	444 à 457 millim.
Course des pistons.	609 à 650 millim.;	—	609 à 620 millim.
Pression effective de vapeur . . .	8 à 9 atmosphères;	—	8 atmosphères.
Surface totale de chauffe	106 à 133 m. car.;	—	121 à 127 m. car.
— de la grille	1.16 à 1.60 m. car.;	—	1.47 à 1.58 m. car.
Poids de la locomotive en marche .	32.3 à 39 tonnes;	—	33.5 à 35 tonnes.
— d'une locomotive à vide . .	29 à 32.5 tonnes;	—	30 à 31 tonnes.

Les compositions des trains pour les locomotives à trois essieux sont généralement les suivantes : sur les lignes à rampes de 0.008, de 28 à 32 wagons chargés (448 à 512 tonnes), et sur les lignes à rampes de 0.010, environ 24 à 26 wagons (384 à 416 tonnes) avec une vitesse de 18 à 22 verstes à l'heure entre les stations.

Des différents types existants, nous n'en décrirons que deux.

Type IX. Locomotive à trois essieux, série 6, de la Société russe des usines Nevsky. — C'est sur le type de la série 6, dont le projet a été dressé par l'usine, qu'ont été construites les locomotives des dernières commandes (à la fin de l'année 1880).

Les locomotives construites avant cette époque avaient beaucoup d'analogie avec celles dont il a été parlé lors de la description des locomotives mixtes à voyageurs et à marchandises de cette usine.

La chaudière est en tôles de fer rivées de 14 millimètres; les rivets sont placés sur deux rangs en quinconce.

La tôle supérieure du foyer servant à retenir les entretoises supérieures en fer, a 22 millimètres. Le foyer est formé de trois plaques en cuivre rouge d'une épaisseur : pour la paroi du fond de 15 millimètres, pour la plaque tubulaire de $^{25}/_{16}$ et pour le ciel de 18 millimètres en haut et de 15 millimètres sur les côtés. Les joints du foyer sont

rivés avec des rivets en cuivre sur deux rangs (des joints à un seul rang de rivets en fer ont paru plus solides en service). Le cadre inférieur du foyer a dans les angles des saillies pour réagir plus efficacement contre les fuites. Les entretoises sont en cuivre rouge et la longueur de la partie filetée est de 24 millimètres ($^{15}/_{16}$ pouce). La partie supérieure du foyer est encore renforcée par un tirant et deux entretoises en fer rond.

Les extrémités des tubes à fumée sont garnies de viroles en cuivre rouge; la distance entre les centres des tubes est de 65 millimètres.

La plaque tubulaire de l'avant a 25 millimètres; il y a des brides du côté de la boîte à fumée; en haut, la plaque est consolidée par des contreforts.

Le dôme de vapeur est démontable; il est fixé à sa partie inférieure par des brides rodées.

La cheminée est en fonte, coulée d'une pièce avec son support. L'échappement est variable, en forme de poire.

Les tuyaux de vapeur sont en cuivre, d'une épaisseur de 3 à 3 $^{1}/_{2}$ millimètres. La porte de la boîte à fumée est ronde, à deux battants.

Le cendrier a deux registres. La grille est à deux rangs de barreaux. La porte du foyer est à section rectangulaire, à coins arrondis; sa fermeture se fait avec un loquet ordinaire muni d'une chaîne. Le régulateur est horizontal à double tiroir en bronze. Il y a quatre soupapes de sûreté, dont deux à ressorts disposées sur le dôme de vapeur et deux avec ressort à spirale disposées sur un support spécial se trouvant sur la chaudière en avant de la cabine. L'alimentation de la chaudière se fait au moyen de deux injecteurs Friedmann n°s 7 et 9.

La chaudière est munie, en dehors des appareils ordinaires, d'un robinet d'arrosage pour éteindre les flammèches dans la boîte à fumée et d'un robinet à contre-vapeur Le Chatelier. La quantité et la disposition des trous sont reconnues comme satisfaisantes, à l'exception de ceux pour le nettoyage au-dessus de la porte du foyer.

La chaudière est fixée, à l'avant, au moyen de la tôle de la boîte à fumée et de deux tôles inclinées, à l'arrière au moyen de deux appuis latéraux glissant sur les longerons grâce à des supports en bronze et au milieu par des supports épousant la forme de la chaudière, munis de supports en bronze.

Les longerons, en fer, ont 29 millimètres d'épaisseur. Ils sont réunis aux tôles transversales à l'aide de boulons.

L'attelage entre la locomotive et le tender offre la même disposition que pour les locomotives mixtes à marchandises et à voyageurs déjà décrites.

Les tendeurs à l'avant de la locomotive et à l'arrière du tender sont du type ordinaire. La traverse des tampons est en bois, recouverte des deux côtés de tôle; les boîtes des tampons sont en fonte.

La plate-forme de la locomotive est en tôle striée de 8 millimètres avec garde-fous; les roues sont munies de tambours.

Les roues sont en fer, avec contrepoids en fonte. Les bandages ont une largeur de 140 millimètres et une épaisseur de 60 millimètres; ils sont fixés au moyen de boulons.

Les boutons de manivelle sont en acier. Les essieux sont en acier, avec des collets de dimensions : $d = 180$ et $l = 224$ millimètres.

Les boîtes à graisse sont en fer avec coussinets en bronze.

Les guides en fonte ou boîtes à graisse sont fixés aux longerons au moyen de rivets.

Les ressorts des deux essieux de l'avant sont reliés à l'aide de balanciers et les ressorts de l'arrière s'appuient sur le balancier transversal, dont le but est de maintenir les ressorts aussi loin que possible de la chaudière : tous les ressorts sont à 12 lames en acier d'une section de 89 × 127 millimètres (3 $^1/_2$ × $^1/_2$ pouce). Les boulons des charnières des balanciers et des ressorts sont remplacés par des prismes.

Les cylindres horizontaux sont à l'extérieur; leurs parois sont de 26 millimètres d'épaisseur. Les pistons sont en fer forgé, munis à l'avant d'un disque en acier de 6 millimètres donnant au piston la forme plane. Les pistons sont à doubles tiges, fixées au moyen d'un cône et d'un écrou. Les glissières sont en acier du type ordinaire, d'une section de 98 × 70 millimètres.

Les guides sont en fer forgé. Les coulisseaux sont en fonte avec plaque en bronze. La bielle est du type ordinaire avec coins en acier.

La distribution de la vapeur se fait par la coulisse Allan. Les tiroirs sont en bronze sans les rainures de Trick et à double tige. Les guides des tiroirs sont remarquables par la solidité qui leur a été donnée à cause des fréquentes cassures qui s'étaient produites dans les pièces analogues des locomotives construites précédemment

Chacun de ces guides est en forme d'épaulement fixé aux longerons; ils supportent deux glissières en acier entre lesquelles se trouve un coulisseau avec plaques en bronze; les tiges des pistons sont fixées au coulisseau à l'aide d'écrous et de contre-écrous, ce qui permet de régler les tiroirs.

Les excentriques sont en fonte. Les colliers d'excentrique sont soudés aux tiges et munis d'anneaux en bronze. Les coulisses, leurs taquets, les axes, et les anneaux sont en fer doux, cémenté et trempé. Les éléments principaux de la distribution de vapeur sont : excentricité = 507 millimètres, angle d'avance du tiroir = 32°, recouvrement extérieur = 16 millimètres, recouvrement intérieur = 4 millimètres, avance = 4 $^1/_2$ à 6 $^1/_2$ millimètres.

Section des lumières d'admission = 32 × 310 millimètres et section des lumières d'échappement = 70 × 310 millimètres.

Le changement de marche se fait au moyen d'un appareil à vis.

Le graissage des tiroirs et des cylindres se fait à l'aide de lubrificateurs à robinets (ancien type) se trouvant sur la plate-forme.

La cabine est en fer, avec deux croisées de côté et une porte du côté gauche pour passer sur la plate-forme. La cabine est peu spacieuse et n'a pas de colonnes auxquelles on puisse se tenir.

La locomotive a un sablier du type ordinaire placé sur la chaudière.

Le tender est en tôle de fer de 4 millimètres, à l'exception du fond, qui a 5 millimètres. L'emplacement pour le combustible mesure environ 5 mètres cubes. Le châssis est à longerons simples, en tôle de 15 millimètres. Les roues sont en fer forgé d'un

diamètre de 1,018 millimètres. Les bandages ont une épaisseur de 60 millimètres et une largeur de 140 millimètres; ils sont fixés par des boulons. Les essieux sont en acier; les collets ont les dimensions suivantes : $d = 108$ et $l = 178$ millimètres. Les boîtes à graisse sont en fonte avec partie inférieure démontable. Les guides des boîtes à graisse sont en fonte et rivés au châssis. Tous les ressorts sont à 9 lames en acier de 89 × 12.7 millimètres (3 1/2 × 1/2 pouce). Les ressorts des essieux de l'arrière et du centre sont reliés par des balanciers. Les freins sont à main et à doubles sabots.

Les tenders des locomotives construites précédemment avaient une caisse à eau de 8.3 mètres cubes seulement.

Type X. Locomotive à trois essieux du chemin de fer de Kiev-Voronège. — Les locomotives de ce type ont été construites tout dernièrement par les usines de Kolomna et de Nevsky pour le chemin de fer de Kiev-Voronège; elles se distinguent par les particularités suivantes :

Les boîtes des tiroirs sont sur les cylindres;

La distribution de vapeur est du système Joy;

Les tabliers à vapeur, du système Holt et Gresham.

La plus grande force de traction (théorique) est de 7,750 kilogrammes. Les locomotives remorquent, sur des voies à rampe maximum de 0.008, des rames de trente-cinq wagons, qui chargés représentent environ 560 tonnes.

Groupe IV. Locomotives a marchandises a quatre essieux. — Le plus grand nombre des locomotives à marchandises à quatre essieux a été construit, à partir de l'année 1880, par les usines de Kolomna et par la Société russe des usines Nevsky. Leurs dimensions principales sont presque toutes semblables, aussi ne décrirons-nous ici qu'une locomotive construite par l'usine Nevsky. Parmi celles qui ont été construites à l'étranger, nous ne décrirons que la locomotive du chemin de fer de Rybinsk-Bologoé.

A dater de l'année 1890, on n'a construit de préférence que des locomotives compound, dont deux types sont décrits ci-après.

Type XI. Locomotive à quatre essieux de la société russe de l'usine Nevsky. — Le projet de ces locomotives a été fait par les anciens ingénieurs de l'usine Nevsky MM. Danilevsky et Jacinkovicz. On a construit d'après ce type 250 locomotives.

Ces locomotives ont tous leurs essieux sous la partie cylindrique de la chaudière. Les ressorts des deux essieux de devant sont reliés par des balanciers. Les longerons sont intérieurs; les cylindres sont extérieurs avec des boîtes à tiroirs verticales placées entre les longerons. La distribution de vapeur s'effectue par la coulisse Allan.

La chaudière est en tôle de fer de 15 millimètres à deux rangs de rivets en quinconce. La paroi supérieure de la boîte à feu a une épaisseur de 22 millimètres, les autres tôles n'ont que 16 millimètres.

Le foyer se compose de trois plaques en cuivre rouge ayant les dimensions suivantes : plaque tubulaire, 25/15 millimètre; paroi du fond, 15 millimètres; parois latérales, 15 millimètres, et ciel du foyer, 18 millimètres. La plaque tubulaire de l'avant à

25 millimètres avec brides recourbées du côté de la boîte à fumée. La fixation de ce foyer est faite comme pour les locomotives de la série 6, de la même usine, et décrites plus haut. Les tubes à fumée sont en fer avec viroles en cuivre du côté du foyer.

La cheminée est en fer, rivée à son support en fonte. L'échappement est en forme de poire à section variable. Les grilles sont à trois rangs de barreaux. Il y a deux soupapes de sûreté, qui se trouvent toutes deux sur le dôme, elles sont à ressort. L'alimentation de la chaudière se fait à l'aide de deux injecteurs Friedmann n° 9.

Le mode de fixation de la chaudière sur les longerons, les dispositions du dôme de vapeur, des tuyaux, du régulateur et des différents appareils, rappellent entièrement ceux des locomotives série 6, décrites plus haut.

Les longerons sont en fer d'une épaisseur de 30 millimètres, leur hauteur au-dessus des échancrures des boîtes à graisse est de 370 millimètres. La consolidation des longerons se fait de la même manière que dans les locomotives de la série 6.

L'attelage entre la locomotive et le tender se fait de la même manière que pour les locomotives de la série 6, à l'aide d'un tendeur à vis, de deux tendeurs de sûreté et de deux tampons dont les têtes sphériques entrent dans des cavités correspondantes et sont serrés par un ressort commun. Les pièces d'attelage de la locomotive se trouvent dans une boîte spéciale en fonte, fixée entre les deux tôles horizontales qui forment la traverse de l'arrière.

Le personnel des locomotives, de la ligne de Kharkov-Nicolaïev, a signalé les défauts suivants dans l'attelage de ce type : *a*) prompte usure de la boîte en fonte à cause du peu d'épaisseur des parois; *b*) faiblesse du ressort de traction (longueur, 940 millimètres; nombre de lames, 10; section, 89 $\times$ 12.7) et *c*) prompte usure des boudins des roues d'avant, à cause du surcroît de résistance produit par l'attelage, lors de l'inscription dans les courbes. Pour rendre l'inscription dans les courbes plus facile, l'usine avait déjà donné un jeu latéral de 10 millimètres aux boîtes à graisse des essieux de l'avant et de l'arrière; de plus, les ressorts qui répartissaient le poids de la chaudière sur les boîtes à graisse portaient par l'intermédiaire de la partie supérieure du coussinet sur des plans inclinés ménagés dans les faces d'appui des boîtes à graisse sur les coussinets et dans les parties correspondantes de ces derniers. Mais par suite de ce que l'inclinaison des plans inclinés était trop faible, les matières de graissage ne s'y maintenaient pas; ils s'usaient et lors de l'inscription dans les courbes, ne travaillaient presque pas.

Le remplacement des surfaces inclinées des supports par le système Polonceau, facilite le jeu transversal des essieux et diminue quelque peu l'usure des boudins des bandages.

Les roues, les essieux, les boîtes à graisse et leurs glissières, présentent la même construction que dans les locomotives de la série 6. Les collets des essieux ont les dimensions suivantes : $d = 180$ et $l = 224$ millimètres. Les bandages des roues ont une épaisseur de 55 millimètres et une largeur de 140 millimètres. Les ressorts ont 940 millimètres de longueur, ils sont à 12 lames d'une section de 89 $\times$ 12.7 millimètres (3 $^1/_2 \times {}^1/_2$ pouce).

Les tiges de suspension des balanciers ressemblent à de simples boulons avec écrous; leur pression sur les extrémités des ressorts et des balanciers se fait au moyen d'une rondelle façonnée. Les ressorts de l'essieu d'arrière, ayant été éloignés de la chaudière, transmettent la pression sur leurs supports à l'aide d'un balancier transversal.

Le mécanisme de la distribution de vapeur est du même type que celui de la locomotive série 6. L'épaisseur des parois des cylindres est de 28 millimètres; le diamètre des tiges de pistons, de 70 millimètres, et la section des glissières, de 90 × 75 millimètres (au milieu). Les éléments de la distribution sont : excentricité, 80 millimètres; angle d'avance, 30°; recouvrement extérieur du tiroir, 26 millimètres; recouvrement intérieur, 2 millimètres; avance, 3 à 4 $^1/_2$ millimètres; section des lumières d'admission, 40 × 380 millimètres; section de l'échappement, 80 × 380 millimètres.

La cabine est en fer, elle a le défaut de ne pas s'étendre assez à l'arrière de la chaudière et de ne pas avoir de colonnes.

La locomotive est munie d'une sablière du type ordinaire, placée sur la chaudière, et du frein à contre-vapeur Le Chatelier.

Tender. — Les deux essieux de l'arrière sont reliés par des balanciers. La caisse à eau est en forme de fer à cheval. L'emplacement du combustible mesure 5.7 mètres cubes; l'épaisseur des tôles du bac est de 5 millimètres, à l'exception de celle du fond, qui a une épaisseur de 6 millimètres. Les châssis sont simples, d'une épaisseur de 20 millimètres. Les roues sont en fer, d'un diamètre de 1,018 millimètres; les bandages ont une épaisseur de 55 millimètres et une largeur de 140 millimètres. Les essieux sont en acier; les dimensions des collets sont les suivantes : $d = 130$ et $l = 230$ millimètres. Les boîtes à graisse sont en fonte, avec la partie inférieure démontable. Les ressorts sont à 10 lames, en acier, d'une section de 89 × 12.7 millimètres (3 $^1/_2$ × $^1/_2$ pouce). La pression des ressorts sur les boîtes à graisse se transmet au moyen de tiges rondes, traversant une douille. Le frein est à mains et à doubles sabots.

La composition des trains, traînés par les locomotives de ce type et d'un type semblable, peut être déterminée approximativement de la manière suivante :

Pour les lignes dont les rampes maximums sont de 0.006 :

De 50 à 53 wagons chargés ou 800 à 848 tonnes.

Pour celles à rampe de 0.008 :

De 40 à 45 wagons chargés ou 640 à 720 tonnes.

Pour celles à rampe de 0.010 :

De 32 à 38 wagons chargés ou 512 à 608 tonnes.

La vitesse des trains entre les stations est ordinairement de 17 à 22 verstes à l'heure.

Type XII. Locomotive à quatre essieux du chemin de fer de Rybinsk-Bologoé. — La ligne de Rybinsk-Bologoé est une des premières (la première après celle de Nicolas) qui ait employé des locomotives à marchandises à quatre essieux. Ces locomotives ont été construites au nombre de 17, en Autriche, dans l'ancienne usine de Ziegel.

Les roues se trouvent sous la partie cylindrique de la chaudière; les longerons sont intérieurs, les cylindres horizontaux, à l'extérieur, les boîtes à vapeur et le mécanisme de la distribution de vapeur, à l'intérieur des longerons. La distribution de vapeur se fait avec la coulisse Allan, les tiroirs sont en bronze avec cannelures Trick. Les ressorts des deux essieux d'avant et des deux essieux d'arrière sont reliés par paire à l'aide de balanciers. Les essieux de l'avant et de l'arrière peuvent avoir dans les boîtes à graisse des oscillations latérales de 8 à 10 millimètres. Le foyer est à grille inclinée. L'alimentation de la chaudière se fait au moyen de deux injecteurs Friedmann n°s 9 et 10.

Les locomotives de ce type remorquent sur la ligne de Rybinsk-Bologoé des trains de 50 wagons chargés, avec des rampes ne dépassant pas 0.008 ; la vitesse moyenne, suivant l'itinéraire, sans compter les arrêts, est de 24.9 verstes à l'heure. Il faut remarquer que sur cette ligne, dans la direction du mouvement des marchandises, les rampes de 0.008 sont généralement courtes, les longues rampes ne dépassent pas 0.006. Au retour, alors que les wagons sont vides, il y a une rampe de 0.010 sur un parcours de 4 verstes de longueur.

Type XIII. Locomotive compound à quatre essieux des chemins de fer du Sud-Ouest. — Les locomotives de ce type ont été construites en 1891 par les usines de Nevsky et de Briansk, suivant des dessins faits par les ingénieurs de la ligne. Les locomotives sont du système compound Malet. Pour passer du système ordinaire au système compound, il y a sur la boîte à fumée un distributeur cylindrique du type des chemins de fer du Sud-Ouest. Les longerons sont extérieurs, d'une épaisseur de 30 millimètres. Les cylindres sont extérieurs, fixés avec une inclinaison de $^1/_{20}$. Les boîtes à vapeur et les tiroirs sont horizontaux. La distribution de la vapeur à coulisse Stephenson est à l'extérieur des longerons; les roues sont en acier coulé; les ressorts des deux essieux d'avant sont reliés par des balanciers. Les bielles d'accouplement ont des coussinets ronds en bronze sans coins de serrage. La chaudière est en tôle de fer, d'une épaisseur de 15 millimètres; les joints longitudinaux sont à bords francs à double recouvrement, les joints transversaux à recouvrement simple; la rivure est double et disposée en quinconce. Le foyer est du système Haswell (May) à ciel demi-circulaire, fait d'une pièce avec les parois de côté, à l'aide d'une seule feuille en cuivre; l'épaisseur de toutes les parois est de 16 millimètres, à l'exception de celle de la plaque tubulaire, qui a 22 millimètres. Les tubes à fumée sont en fer; du côté du foyer, ils sont munis de viroles en cuivre.

Le régulateur horizontal se trouve sur une boîte à vapeur spéciale placée sur le devant de la locomotive. Les tuyaux de conduite de vapeur se trouvent à l'extérieur de la chaudière; les tuyaux du régulateur et de l'échappement sont dans l'intérieur de la boîte à fumée. Les soupapes de sûreté sont munies de ressorts Ramsbottom.

L'attelage entre la locomotive et le tender se fait au moyen d'un appareil à vis, de deux tendeurs de réserve et de deux tampons à têtes hémisphériques, serrés par un ressort commun. Les boîtes à graisse des essieux d'avant et d'arrière sont à surfaces inclinées, donnant un jeu latéral de 10 millimètres de chaque côté.

Tender. — Les ressorts des deux essieux d'avant sont reliés par des balanciers. Les longerons sont doubles; la caisse à eau a le fond supérieur en plan incliné, et le fond

inférieur recourbé pour former un réservoir supplémentaire entre les longerons. La soute à combustible peut contenir 300 pouds de charbon.

D'après le cahier des charges, les locomotives devaient facilement remorquer un train d'un poids de 45,000 pouds, sur une longue rampe de 0.008 à une vitesse qui ne devait pas être inférieure à 15 verstes à l'heure.

Type XIV. Locomotive compound à quatre essieux projet de l'État. — A partir de 1892, l'administrateur des chemins de fer de l'État, sur l'initiative de M. N. P. Pétroff, ancien président de l'Administration, professeur à l'Institut technologique et actuellement adjoint au Ministre des voies de communication, a commencé à commander des locomotives compound. Au début de cette nouvelle décision, on a pris comme base le projet de la locomotive à marchandises à quatre essieux compound du chemin de fer Vladicaucase, suivant lequel l'usine de Kolomna avait construit déjà plus de 50 locomotives.

Ces locomotives ont les essieux placés sous la partie cylindrique de la chaudière; les longerons sont intérieurs. Le principe compound était appliqué suivant le système Lindner ou Malet. Il y a deux cylindres, dont un à haute pression et l'autre à basse pression; les deux cylindres sont à l'extérieur des longerons inclinés, d'environ $^1/_{25}$. Les boîtes à vapeur sont horizontales et placées en haut des cylindres. La distribution de la vapeur, du système Joy, est à l'extérieur. Les tiroirs sont équilibrés. Les ressorts des trois essieux de devant sont reliés par des balanciers longitudinaux.

La chaudière est en fer fondu ou coulé d'une épaisseur de 15 millimètres. Les joints longitudinaux sont à double recouvrement, suivant le type américain : le recouvrement extérieur a un rang de rivets distants d'environ 51 millimètres; le recouvrement intérieur a deux rangs, et les rivets dans les rangs extrêmes sont espacés de 102 millimètres; les joints transversaux sont garnis de cuir, à double rivure en quinconce; le diamètre des rivets est de 23 millimètres. L'épaisseur de l'enveloppe extérieure de la boîte à feu est de 15 millimètres. Le ciel du foyer est fixé à l'aide de boulons à ancre traversant de part en part la partie supérieure de la boîte à feu; son épaisseur dans la partie principale est de 24 millimètres. Le rang d'avant des boulons passe à travers la plaque intermédiaire; grâce à cette disposition, elle est mobile et donne la possibilité d'élargir facilement les grilles.

A sa partie supérieure, l'enveloppe du foyer est renforcée au moyen d'une console, d'une cornière et de trois tendeurs transversaux.

Le foyer se compose de trois plaques en cuivre; l'épaisseur de la plaque du foyer est de 25 millimètres, celle du ciel de 19 millimètres et celle des autres parois de 15 millimètres. Les entretoises du foyer sont en cuivre; l'épaisseur de la partie lisse est de 22 millimètres, à l'exception de sept rangs en haut des parois latérales qui ont 25 millimètres. Les joints du foyer sont à un rang de rivets en fer. L'ouverture du foyer est ronde, faite au moyen de tôles recourbées, suivant le système Webb, sans anneau intermédiaire.

La grille a trois rangs de barreaux, distants de 16 millimètres.

Le cendrier a deux registres.

Le dôme de vapeur est démontable, et est fixé par des brides rodées; dans le but de sécher la vapeur, le dôme est muni d'un diaphragme à petites ouvertures; dans le même but, il y a dans la chaudière un tuyau de prise de vapeur.

Le régulateur est vertical à deux tiroirs, le grand est en bronze, le petit en fonte.

La conduite de vapeur à l'intérieur de la chaudière est en fer, d'une épaisseur de parois de 5 $^1/_2$ millimètres. Les autres conduites, telles que : celle de vapeur dans la boîte à fumée, celle de l'échappement et de la prise de vapeur sont en cuivre rouge et l'épaisseur de leurs parois est de 5 $^1/_2$, 4 et 3 millimètres. Tous les joints de la tuyauterie sont faits à l'aide de brides mobiles en fer et d'anneaux rodés en fonte.

La cheminée est en fer rattachée à sa base par des brides à boulons. Pour le chauffage au bois, la cheminée est munie d'un appareil contre les flammèches et le cendrier, d'un filet métallique protecteur.

L'échappement est à section variable, obtenue au moyen d'une valve à lanterne.

La porte de la boîte à fumée est ronde, à deux vantaux; vers sa partie inférieure est placé un écran pour éviter qu'elle ne brûle et ne se cintre. Dans le fond de la boîte à fumée se trouve un tuyau avec bouchon fileté pour la vidange de l'eau.

Il y a trois soupapes de sûreté système Adams, dont l'une, à ressort dynamométrique, se trouve sur le dôme et les deux autres sur un support spécial en avant de la cabine. Le sifflet est placé sur une colonne spéciale et il est du type à orgue.

La chaudière est munie des appareils nécessaires pour refaire les joints (à rodage ou filetage). Il y a des robinets spéciaux pour éteindre les flammèches dans le cendrier et dans la boîte à fumée.

L'alimentation de la chaudière est assurée à l'aide de deux injecteurs-aspirateurs n° 9 Re-starting (construction de Friedmann et Golden-Bruck), mais d'autres injecteurs peuvent être également montés. Les injecteurs se trouvent dans la cabine, sur des supports spéciaux, fixés à la chaudière. Les conduites de vapeur et de refoulement sont dans l'intérieur de la chaudière.

La fixation de la chaudière aux longerons près de la boîte à fumée se fait à l'aide de boulons, ce qui permet d'enlever facilement la chaudière en cas de réparation.

La chaudière s'appuie sur les plaques cylindriques transversales au moyen de supports en Babbitt. Le foyer est relié aux longerons à l'aide de deux cornières de soutien avec supports en bronze (longueur d'environ 1,080 millimètres), fixés aux parois latérales; derrière le foyer se trouve une cornière (en acier) s'appuyant, à l'aide d'un taquet, sur deux cames latérales, fixées à la tôle supérieure de la boîte des longerons.

Les longerons longitudinaux sont en fer, d'une épaisseur de 33 millimètres; la hauteur des longerons au-dessus des échancrures des boîtes à graisse est de 370 millimètres. Les longerons sont reliés entre eux d'une manière assez solide; c'est ainsi que leur rigidité dans le sens horizontal est obtenue par la pose de tôles horizontales en dessous des tôles transversales.

L'attelage entre la locomotive et le tender est remarquable par la solidité de ses pièces; il se compose d'un tendeur à vis, de deux tendeurs de sûreté et de deux tampons, serrés par un ressort commun.

La traverse de l'avant, de forme elliptique, est en tôles de fer et cornières. Les boîtes des tampons sont en acier.

Les tendeurs à vis sont du type ordinaire.

Les roues sont en acier et en fer fondu ou forgé. Leurs contrepoids sont creux, remplis de plomb. Leurs dimensions sont telles qu'elles puissent, en général, équilibrer toutes les masses verticales et 50 p. c. environ des masses horizontales. Les bandages ont une largeur de 137 millimètres; ils sont fixés à l'aide d'anneaux, d'après la méthode de l'usine Kolomna, et, en outre, par des boulons. Les bandages des roues motrices n'ont pas de boudin. Les essieux sont en acier, les dimensions des collets sont les suivantes : $d = 185$ et $l = 240$ millimètres.

Les boîtes à graisse sont en acier ou en fer forgé avec plaques de bronze. Les parties inférieures, en fonte, sont démontables, de telle sorte que l'on peut visiter les collets sans soulever la locomotive. Les coussinets sont en bronze avec canaux remplis de Babbitt; le jeu des essieux extrêmes est de 2 $^1/_2$ millimètres de chaque côté. Les guides des boîtes à graisse sont en acier fondu ou forgé. Les coins des boîtes à graisse sont en acier trempé.

Les ressorts dans leur position naturelle (c'est-à-dire non chargés) sont droits; le nombre des lames est de 11; la section de celles-ci est de 89 $\times$ 12.7 millimètres (3 $^1/_2 \times ^1/_2$ pouce).

Les balanciers et les supports des ressorts sont placés sur des prismes trempés.

Les cylindres sont fixés aux longerons à l'aide de boulons, d'un diamètre de 35 millimètres; l'épaisseur de la paroi du petit cylindre est de 28 millimètres, et celle du grand cylindre, de 30 millimètres. Les fonds d'avant des cylindres sont maintenus par des anneaux spéciaux démontables.

Tous ces fonds ont des portées rodées.

Les pistons sont du système suédois, en acier fondu ou forgé. Chaque piston a des tiges des deux côtés, fixées au moyen d'un cône et d'un écrou; le diamètre de la partie de derrière de la tige a 75 millimètres, celui de l'avant, 57 millimètres.

Les glissières en acier sont du type ordinaire, leur section est de 120 $\times$ 82 millimètres. Le guide est en acier fondu, à couvercle démontable; les plaques sont en bronze.

Toutes les bielles sont en acier; leurs têtes de formes courantes sont munies de coins de serrage.

La bielle de piston présente une section en I de façon à offrir plus de légèreté.

La distribution de vapeur est du système de Joy avec tige d'arrière vers le boulon du tourillon de la manivelle. L'arbre de la coulisse est fixé à quatre coussinets. Les tiroirs sont équilibrés d'après le système Richards avec canaux de Trick; ils sont en bronze phosphoreux. Les tiroirs ont des tiges de chaque côté. Les tiges des tiroirs sont réglables, à l'aide de deux écrous placés des deux côtés de la came. Les parties de l'arrière des tiges de tiroirs ont des guides spéciaux en fonte, remplis de Babbitt et placés sur deux plaques légères. Les coulisses sont en acier trempé; leurs coulisseaux, en bronze dur; les axes du mécanisme sont munis de bagues en bronze ou en acier. Éléments de la distribution : double mouvement du tiroir, 156 millimètres; recouvrement extérieur,

28 millimètres; recouvrement intérieur du tiroir du petit cylindre, 5 millimètres, et du grand, 0 millimètre; avance, 9 millimètres; dimensions des lumières du petit cylindre, 52 × 360 et 88 × 360 millimètres, et du grand, 52 × 500 et 88 × 500 millimètres.

Le graissage des tiroirs se fait de la cabine à l'aide de graisseurs dits américains; pour un graissage supplémentaire des cylindres, sur la plate-forme, se trouvent des graisseurs Kessler. Les fonds des cylindres et la boîte à tiroir du grand cylindre sont munis de soupapes de sûreté. Sur le couvercle des deux boîtes à vapeur se trouve la soupape à rentrée d'air de Ricour.

L'abri du mécanicien est en tôle de fer de 2 $^1/_2$ millimètres; le plafond est garni de bois; sur les parois de côté, en plus des deux croisées fixes, il y a des croisées mobiles; du côté gauche, il y a une porte pour passer sur la plate forme; le plancher est garni de plaques de bois sur ressorts.

La plate-forme est en tôle striée de 5 millimètres sur les côtés, elle se trouve au-dessus des roues pour éviter l'emploi de tambours; autour de la plate-forme, il y a un garde-fou. La locomotive est munie de sabliers placés sur la chaudière et de deux robinets pour le frein contre-vapeur Le Chatelier.

Tender. — Les deux essieux de l'avant sont reliés par des balanciers. Les châssis sont du type ordinaire, de 18 millimètres. Les roues sont en acier fondu ou en fer forgé d'un diamètre de 1,010 millimètres. Les dimensions et le mode de fixation des bandages sont les mêmes que pour les locomotives. Les collets des essieux ont les dimensions suivantes : $g = 125$ et $l = 210$ millimètres. Les boîtes à graisse sont en fonte; les parties de dessous sont démontables. Les glissières des boîtes à graisse sont en fonte; ils sont maintenus vers le bas par des boulons avec tubes.

Le frein est à main et manœuvré au moyen d'une vis; la timonerie est à doubles sabots.

Les parois de la caisse à eau ont 5 millimètres, le fond 6 millimètres. La soute à combustible contient environ 7 mètres cubes.

Les locomotives décrites peuvent remorquer des trains de 53 wagons chargés (ou 850 tonnes) sur des lignes à rampes de 0.006; des trains de 44 wagons (ou 700 tonnes), sur des rampes de 0.008, et, enfin, des trains de 37 wagons (ou 590 tonnes), sur des rampes de 0.010. La vitesse sur les rampes est de 15 kilomètres à l'heure.

Grâce à ce que les roues motrices n'ont pas de boudin et au jeu dans les coussinets des essieux extrêmes (5 millimètres), les locomotives peuvent passer dans des courbes de 70 sagènes = 150 mètres.

Groupe V. Locomotives-tenders. — Ce groupe comprend les locomotives des trains et les locomotives de manœuvre. Parmi celles des trains, il y a lieu de donner quelques détails sur les machines du type Fairlie, fonctionnant actuellement sur la section de Souram du chemin de fer du Transcaucase, section reconstruite déjà d'après un profil plus facile; parmi les locomotives de manœuvre, il faut citer deux locomotives, des types désignés au tableau des pages 46 et 47 sous les n°s XV et XVI.

Type Fairlie. — Sur les 45 locomotives de ce modèle en usage sur la ligne du Transcaucase, 28 viennent de l'étranger et 17 ont été construites par l'usine de Kolomna. Il n'existe de locomotives Fairlie sur aucune autre ligne russe à voie normale.

On trouvera dans le tableau ci-après les données principales relatives à ces locomotives, omises dans le tableau général.

Locomotives système Fairlie du chemin de fer du Transcaucase.

Numéros d'ordre.	CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT	Yorkshire & Cᵒ.	Avonside.		Sharp-Stuart.		Ziegl.	Kolomna.
	USINE . . .	Yorkshire & C°.	Avonside.		Sharp-Stuart.		Ziegl.	Kolomna.
	Types des locomotives.	1	2	3	4	5	6	7
	Nombre de locomotives.	4	1	8	4	6	5	17
1	Nombre des essieux moteurs	6	6	6	6	6	6	6
2	Diamètre des roues motrices en millimètres . . .	1,156	1,097	1,095	1,095	1,095	1,092	1,092
3	— des cylindres en millimètres	432	381	381	381	381	381	381.
4	Course des pistons en millimètres.	559	559	508	508	508	560	560
5	Nombre de tubes à fumée	330	286	290	262	290	284	284
6	Diamètre extérieur des tubes à fumée en millimètres.	47.7	47.5	47.5	57.5	47.5	47.5	47.5
7	Longueur des tubes à fumée entre les plaques tubulaires en millimètres	3 543	3.391	3.953	3.518	3.518	3.350	3.350
8	Surface de chauffe du foyer en mètres carrés	16.32	15.25	15.23	13.68	14.4	14.3	14.3
9	— — des tubes à fumée	175,388	143,149	150,34	137,55	152,25	142	142
10	Pression maximum de la vapeur dans les chaudières en atmosphères	9	9	10	10	10	10	10
11	Capacité des caisses à eau en mètres cubes.	11.3	8.223	329	290	290	9.7	9.803
12	Longueur de la locomotive à l'extrémité des tampons en millimètres	9,714	9,078	8,919	8,919	8,919	9,240	9,240

Il n'y a pas de roues sans boudins. Surface horizontale de la grille : 1, $3^{m2}24$; 2, $2^{m2}25$; 6 et 7, $2^{m2}6$. Somme des pressions des roues sur les rails en ordre de marche : 1, 86,850 kilog.; 2, 72,850 kilog.; 4, 75,500 kilog.; 6, 81,333 kilog. et 7, 81,474 kilog. — Rapport de l'effort de traction de la locomotive sur les essieux dans les types : 1, 0.1197; 2, 0.117; 6 et 7, 0.123. — Capacité des soutes pour le bois : 1, $14^{m3}6$; 2, $9^{m3}712$; 6, $8^{m3}0$ et 7, $9^{m3}93$. — Capacité du réservoir à naphte : 1, $6^{m3}0$; 6 et 7, $5^{m3}5$. — La distribution de vapeur est avec coulisses Allan et en partie Heusinger von Waldeck. — Valeur approximative, suivant inventaire, des types : 1, 46,490 roubles; 2, 49,490 roubles; 6, 54,800 roubles et 7, 54,600 roubles.

Les locomotives Fairlie, avec leur chargement complet en eau et en combustible, pèsent, comme on peut le voir, 72 et même 86 tonnes.

Malgré ce poids réparti tout entier sur les essieux moteurs de la locomotive, leur force de traction n'est pas comparable à celle des locomotives à six et huit roues du chemin de fer du Transcaucase, pour les raisons suivantes :

a) Le poids de la locomotive en marche, au fur et à mesure que l'eau et le combustible sont dépensés, subit une diminution qui peut atteindre 14 tonnes, c'est-à-dire qu'il peut s'abaisser de 16 à 19 p. c. du poids total;

b) Sur les rampes, par suite du transvasement de l'eau dans la caisse et dans la chaudière, ainsi que de l'inégalité des dépenses des réserves du combustible des soutes placées sur les deux bogies de la locomotive, le poids de cette dernière est transmis sur

ces bogies d'une façon inégale; en conséquence, pour éviter le patinage des roues, la locomotive ne peut développer qu'un effort de traction correspondant au poids adhérent du bogie le moins chargé;

c) Par suite de l'inégalité dans les diamètres des roues des deux bogies, et généralement à certaines positions de la manivelle, il arrive qu'un des bogies est temporairement plus chargé que l'autre et vice versa, ce qui, jusqu'à un certain point, diminue encore les limites de la force de traction;

d) Par suite d'un renvoi de mouvement commun des régulateurs et des coulisses, il est impossible que l'admission de la vapeur dans les cylindres de chaque côté de la locomotive soit identique ou qu'elle soit absolument en rapport avec la résistance des roues du bogie due à l'adhérence sur les rails. Aussi arrive-t-il souvent que l'admission de vapeur est plus forte dans le cylindre du bogie, où la résistance est moindre, ce qui conduit à une perte de rendement dans la force de traction de l'autre bogie.

Les raisons qui précèdent ont fait reconnaître pratiquement, sur le chemin de fer du Transcaucase, que le coefficient de l'adhérence des roues sur les rails pour les locomotives Fairlie ne doit pas être évalué à plus de $^1/_{7.5}$ à $^1/_8$ du poids moyen de la locomotive en route, ou $^1/_{8.5}$ du poids total; par conséquent, la force de traction des locomotives Fairlie, les plus lourdes, ne dépasse pas 10,000 kilogrammes.

Les locomotives à six et huit roues, de leur côté, peuvent remorquer des trains dont la résistance correspond à un coefficient d'adhérence de $^1/_5$ du poids de la locomotive, de telle sorte que ce poids est utilisé d'une manière beaucoup plus complète.

En dehors des mécomptes dans la force de traction extraordinaire qu'elles avaient pour but de développer, les locomotives Fairlie ont encore beaucoup d'autres défauts, à savoir :

1° Par suite de la disposition de l'abri du mécanicien sur les côtés de la chaudière, à droite et à gauche de la locomotive, le service sur les locomotives Fairlie est particulièrement pénible et malsain; des agents doués même d'une santé très robuste ne peuvent faire longtemps le service, ce qui élève considérablement la base de ses émoluments;

2° En raison des conditions de travail de ces locomotives, le mode ordinaire de fixation des cylindres, des bogies aux longerons, et des longerons entre eux, n'est pas satisfaisant, et les jeux qui se manifestent fréquemment dans les cylindres et dans les longerons entraînent à de grandes dépenses de remontage;

3° L'existence sur chaque locomotive de deux foyers, d'un nombre double de toutes les parties du mécanisme, des cylindres à vapeur, des tubes à fumée, des boîtes à fumée; la complication et la grande quantité de tuyauteries de ces locomotives, rendent les grandes et petites réparations très onéreuses;

4° L'importance des travaux de remontage et leur fréquence demandent qu'il y ait une plus grande quantité de locomotives en réserve comparativement aux autres types;

5° La grande dépense de combustible et de graissage de ces locomotives, relativement à leur puissance de traction, provient également de la complication et de la délicatesse des organes des locomotives Fairlie.

Les dépenses de réparation des locomotives Fairlie, pour ces quatre dernières années, se sont élevées à :

Grandes réparations	5 r. 85 c.	par 100 locomotive-verstes.
Petites —	2 r. 71 c.	— —
Total. . .	8 r. 56 c.	par 100 locomotive-verstes.

Idem pour les locomotives à huit roues :

Grandes réparations	1 r. 98 c.	par 100 locomotive-verstes.
Petites —	1 r. 39 c.	— —
Total. . .	3 r. 37 c.	par 100 locomotive-verstes.

Dépenses de combustible et de graissage par 100 locomotive-verstes pendant les trois dernières années :

Locomotives Fairlie :

Combustible, 120.95 pouds = 4 r. 37 c.; graissage au naphte = 24 copecks.

Locomotives à huit roues :

Combustible, 82 pouds = 2 r. 94 c.; graissage au naphte = 18 copecks.

Par graissage, on ne comprend ici que le coût des matières de graissage proprement dites, sans tenir compte des autres matières telles que : étoupes, déchets de coton, etc.

Admettant que la force de traction de la locomotive Fairlie soit de 9,400 kilogrammes et celle des locomotives à huit roues, pesant en marche 45.5 tonnes, soit de 9,000 kilogrammes, on verra que par tonne de force de traction, la dépense en réparations et en combustible sera par 100 verstes :

	Réparations.	Combustible.	Graissage.
Locomotives Fairlie. . . .	89.17 copecks.	12.60 pouds = 45.55 copecks.	2.5 copecks.
— à huit roues . .	37.44 —	9.33 — = 32.67 —	2.0 —
Différences à l'avantage des locomotives à huit roues .	51.73 copecks.	3.27 pouds = 12.88 copecks.	0.5 copeck.

En ne comptant qu'à 8 copecks le poud de naphte à Souram, y compris le transport, on en déduit que la dépense en plus pour la machine Fairlie est : par 100 tonne-verstes de force de traction, 51.73 + 26.16 × 0.5 = 78.39 copecks, et par 1,000 locomotive-verstes, 78.39 × 9.6 × 10 = 75 r. 25 c.

Comme une locomotive Fairlie fait par an un parcours de 24,000 verstes, le surplus de dépense en combustible, graissage et réparations représente annuellement 75 × 24 = 1,800 kilogrammes, auxquels il y a lieu d'ajouter environ 600 roubles comme gratification supplémentaire des équipes de service en raison de la construction même de ces machines. Par conséquent, il y a une dépense annuelle supplémentaire (2,400 roubles) représentant un capital de 48,000 roubles pour chaque locomotive Fairlie, sans compter encore les pertes dans le mode de passage du Souram, provoquées par l'emploi de locomotives de ce système.

D'après ce qui précède, on comprend facilement que l'Administration du chemin de fer du Transcaucase cherche à remplacer toutes ses locomotives Fairlie par des locomotives d'une construction plus économique.

Types spéciaux pour les manœuvres de gare [1]. — Parmi les locomotives-tenders de manœuvre, nous ne parlerons ici que d'une machine à trois essieux, construite par les usines de Nevsky, et d'une machine à quatre essieux, construite par l'usine Alexandrovsky; en plus des données figurant au commencement de cet article, il ne reste à dire que fort peu de chose sur ces types.

Le nombre des locomotives-tenders sur les chemins de fer russes n'a pris quelque importance que depuis peu de temps. Beaucoup de lignes, comme il a été dit plus haut, préfèrent, aujourd'hui encore, faire les manœuvres dans les grandes stations avec les locomotives-tender du type ordinaire, en choisissant pour cela les meilleures d'entre celles qui sont destinées à être réformées.

Type XV. — Ce type se trouve sur le chemin de fer de l'Oural. Les trois essieux accouplés se trouvent sous la partie cylindrique de la chaudière. La chaudière mobile est fixée aux longerons, mais peut facilement se dilater à une haute température. Les cylindres se trouvent à l'intérieur des longerons et ont une inclinaison de 12 $^1/_2$ p. c. Les pistons sont en fer forgé avec tiges en acier. Les roues sont en fer, avec contrepoids; les bandages sont en acier fondu. Les ressorts sont en acier, les boîtes à graisse en fer et les coussinets en bronze. L'enveloppe extérieure de la boîte à feu est en fer, les parties intérieures en cuivre rouge : les deux parties sont réunies entre elles par des tirants ou ancres. L'effort de traction est transmis aux cylindres à l'aide d'essieux coudés. La distribution de vapeur se fait par la coulisse Allan. La locomotive a un frein à mains et un robinet à contre-vapeur Le Chatelier. L'abri du mécanicien est fermé de tous les côtés. Les bacs à eau se trouvent de part et d'autre du corps cylindrique de la chaudière.

Type XVI. — Ce type se trouve sur le chemin de fer Nicolas; il a été construit suivant un projet fait par cette ligne même; les quatre essieux sont accouplés. Les bacs à eau se trouvent sur les deux côtés de la chaudière sur la plate-forme; ils sont réunis par un tuyau; la soute à charbon, pouvant contenir 1.9 tonne de charbon, se trouve dans l'abri du mécanicien. Les cylindres sont extérieurs; la distribution à coulisse Stephenson se trouve à l'intérieur, et est commandée par une vis. Les longerons de la locomotive sont simples, en fer d'une épaisseur de 33 millimètres. Ils sont reliés par des tôles transversales près de la boîte à fumée, par deux traverses servant de point d'attache aux cylindres et par une tôle transversale près de la boîte à feu; la partie inférieure des longerons, en dessous des boîtes à graisse, est renforcée par de petites traverses. Les essieux d'arrière et les essieux moteurs sont à balanciers. Le balancier est relié aux supports des ressorts à l'aide de coins. Les moyeux des roues sont en fonte, avec évidements; les boîtes à graisse et les plaques de garde sont en fer, les coins, en acier placés près des plaques de garde d'avant. Trois essieux, celui d'avant, le second et celui de l'arrière, ont des freins. Le frein est à main et à vapeur avec un cylindre à frein

[1] Voir aussi « Note sur les locomotives-tenders du chemin de fer Nicolas », par l'Administration de la Grande Société des chemins de fer russes. *Compte rendu de la quatrième session du Congrès*, p. XV-I, 20.

spécial. L'abri du mécanicien est en tôle, fermé de tous les côtés. Au-dessus de la chaudière se trouvent la sablière et la cloche. Avant d'entrer en service, la locomotive est essayée avec un train de 70 wagons à marchandises vides, sur une rampe de 0.005.

3. — Travail des locomotives.

Parcours. — Le réseau des chemins de fer russes, sans y comprendre la ligne Transcaspienne et les lignes de Finlande, possédait, en 1890, 6,933 locomotives, dont le parcours pendant cette même année a atteint en totalité 177,351,594 kilomètres, y compris le service des réserves et des manœuvres, et en comptant une heure de réserve pour une verste (1.069 kilomètre), une heure sous vapeur pour 2 verstes (2.138 kilomètres) et une heure de manœuvre pour 5 verstes (5.345 kilomètres) de parcours.

Ce parcours total se divise de la manière suivante :

Parcours en tête des trains	142,304,005	kilomètres.
— en double traction	6,300,533	—
— haut le pied	6,816,582	—
— en manœuvre	27,982,297	—
— en réserve	3,948,127	—
Total.	177,351,594	kilomètres.

Par conséquent, le parcours moyen annuel d'une locomotive est de 25,581 kilomètres.

Pendant cette même année 1890, le parcours moyen annuel d'une locomotive, en Amérique (États-Unis), a été de 35,385 kilomètres; en Angleterre et dans toutes les îles Britanniques, de 29,615; en France, de 27,031 ; en Italie, de 24,329 et en Allemagne, de 19,110.

Sur certaines lignes, ce parcours moyen annuel est loin d'être fixe. Le maximum de parcours a été atteint par les locomotives du chemin de fer de Moscou-Nijni, qui ont fait 38,000 kilomètres par an, tandis que quelques lignes ont à peine atteint 10,000 à 12,000 kilomètres.

Quelques séries spéciales de locomotives à voyageurs atteignent des parcours de 60,000 à 70,000 kilomètres par an, et les locomotives à marchandises, 40,000 kilomètres. Pendant deux à trois mois d'un travail forcé des lignes et sans changement de brigades, les parcours des machines à marchandises, grâce au système des longues étapes, atteignent le chiffre de 4,000, voire 5,000 kilomètres par mois; mais en moyenne sur fort peu de lignes ils parviennent à dépasser le chiffre de 3,000 kilomètres par mois.

Le degré d'utilisation des locomotives dépend non seulement de l'importance du mouvement, mais aussi de la vitesse des trains et du nombre de locomotives dont disposent les lignes. Quant au parcours des locomotives haut le pied, il atteint en moyenne pour toutes les lignes 21.85 p. c. du parcours général et l'on tâche de le diminuer. Beaucoup de lignes, entre autres le chemin de fer du Sud-Ouest, donnent à leurs agents des primes pour la diminution du travail des locomotives dans les stations. Grâce à ces

primes, cette Société est arrivée à ramener le parcours des locomotives en réserve et en manœuvre de 27.48 p. c. du parcours général, chiffre de 1886, à 24.47 p. c., chiffre pour 1890.

Vitesse. — La vitesse maximum qui ne peut être dépassée, est déterminée par des règlements gouvernementaux et dépend du diamètre des roues motrices. Elle est fixée : à 80 verstes (85.6 kilomètres) à l'heure pour les locomotives à un essieu moteur ou à deux essieux accouplés, le diamètre des roues motrices étant de 1m675; à 65 verstes (69.4 kilomètres) pour des locomotives avec plus de deux essieux accouplés et des roues motrices de 1m370. Pour des locomotives ayant des roues motrices d'un plus grand diamètre, la vitesse maximum augmente en proportion. La vitesse des trains de marchandises, à double traction, ne doit pas dépasser, en été, 90 p. c., et en hiver, 85 p. c. de ces bases. Quant aux locomotives de manœuvre, une vitesse de plus de 32 kilomètres à l'heure leur est interdite.

La vitesse moyenne des trains sur la plupart de nos lignes est loin d'atteindre les limites déterminées par les règlements et ne dépasse pas, sur certaines lignes, 40 kilomètres à l'heure entre les stations pour les trains de voyageurs, tandis que les trains de marchandises ne font en moyenne pas plus de 15 à 28 kilomètres à l'heure. La plus grande vitesse moyenne est atteinte par les trains-courriers du chemin de fer de Saint-Pétersbourg-Varsovie qui font, en été, 54 kilomètres à l'heure, ce qui correspond à une vitesse moyenne de 60 kilomètres à l'heure, arrêts déduits.

Composition des trains. — Les chemins de fer russes déterminent généralement, d'après les formules de Petroff, Felkner, Wilson Gebhard, Dieudonné, etc., les résistances des trains composés d'un nombre déterminé de wagons pour chaque section de la voie, la force de traction pour chaque type de locomotive et la vitesse à laquelle les trains de toute dénomination peuvent marcher sur chaque section. Les résultats des calculs sont ensuite vérifiés par des expériences.

L'Administration des chemins de fer de l'État, par une circulaire en date du 11 août 1890, n° 19243, dans le but d'obtenir une composition plus régulière et plus uniforme des trains, a invité les directeurs des lignes à suivre les règlements suivants :

I. — Pour chaque type et série de locomotives, déterminer :

a) Le maximum de l'effort de traction que la machine peut produire eu égard aux dimensions des cylindres suivant la formule :

$$\left(T_c = (0.9\, p_0 - 1.5) \cdot \frac{d^2 l}{D}\right)$$

où p_0 = pression effective de la vapeur dans la chaudière, en kilogrammes par centimètre carré ; d = diamètre des pistons des cylindres ; l = course des pistons et D = diamètre de la roue motrice avec un bandage d'une usure moyenne. Les quantités D, l et d sont exprimées en centimètres. La quantité T_c est obtenue en kilogrammes ;

b) Le maximum de l'effort de traction résultant de l'adhérence par la formule :

$$(T_a = L_p \times f)$$

où L_p = somme des pressions, en kilogrammes, de toutes les roues accouplées de la locomo-

tive sur les rails ou poids adhérent. Les valeurs du coefficient f doivent varier, en été, entre $\frac{1}{4.5}$ et $\frac{1}{5.5}$ [1], à l'exception des tunnels.

c) Le maximum de l'effort résultant de la puissance de vaporisation du foyer T_r. Pour les locomotives qui emploient le bois comme combustible, on peut prendre comme base les données des lignes de Moscou-Iaroslav et Saint-Pétersbourg-Varsovie, qui admettent que 1 mètre carré de la surface totale de chauffe donne de 40 à 42 kilogrammes de vapeur.

Pour les lignes employant le charbon, T_r peut être déterminé conformément au tableau suivant, où ω_t indique la surface totale de chauffe, y compris la surface extérieure des tubes à fumée, et ω_f la surface de chauffe directe du foyer.

$\frac{\omega_t}{\omega_f}$	Quantité de vapeur produite par mètre carré de surface de chauffe et par heure. K	Quantité de vapeur produite par kilogramme de charbon et par heure.
11	59.1 kilogrammes.	8.28 kilogrammes.
12	55.4 —	8.40 —
13	52.0 —	8.50 —
14	48.7 —	8.60 —

Des chiffres obtenus pour chaque type et série de locomotives T_c, T_a et T_r, on prend le moindre T_m, et on ramène à l'équation $T_m = W$, où W est la résistance du train en kilogrammes.

II. — La résistance du train doit être déterminée par la formule :

$$W = \left[\begin{matrix}2.3\\4.3\end{matrix} + 0.15v + 0.001v^2\right] L + 1.2\,Q + \begin{matrix}0.6\\0.7\\0.9\end{matrix}\,nv +$$

$$+ 0.03\,(1 + 0.04n)\,v^2 + \left(21\,\frac{4e + e^2}{R - 45} + i\right)(L + Q).$$

[1] La ligne de Riga-Toukoum prend, en été, le coefficient de . . . . $\frac{1}{4.5}$

—	d'Orenbourg	—	—	—	$\frac{1}{4.7}$
—	de Koslov-Tambov	—	—	—	$\frac{1}{5.1}$
—	de Riga-Dvinsk	—	—	—	$\frac{1}{5.1}$
—	de Tambov-Saratov	—	—	—	$\frac{1}{5.5}$
—	de Griazi-Tsaritzyne	—	—	—	$\frac{1}{5.2}$
—	de Riajsk-Viazma	—	—	—	$\frac{1}{5.43}$
—	de Koursk-Kharkov-Azov	—	—		$\frac{1}{5.5}$
—	du Sud-Ouest	—	—	—	$\frac{1}{5.5}$
—	de Livny	—	—	—	$\frac{1}{5.6}$
—	de Dvinsk-Vitebsk	—	—	—	$\frac{1}{5.7}$
—	de Orel-Vitebsk	—	—	—	$\frac{1}{5.8}$

Les coefficients 2.3 et 0.6 correspondent à des trains à voyageurs, avec locomotives mixtes à voyageurs et à marchandises; les coefficients 2.3 et 0.7 à des trains mixtes, avec locomotives à voyageurs et à marchandises; les coefficients 1.3 et 0.9 sont exclusivement pour les trains à marchandises avec locomotives à marchandises (trois et quatre essieux).

n = Nombre de wagons dans le train.
L = Poids de la locomotive et du tender } en tonnes.
Q = Poids de tous les wagons du train } en tonnes.
i = Inclinaison de la rampe calculée.
R = Rayon minimum coïncidant avec la rampe.
e = Distance (en mètres) entre les essieux fixes des wagons, ou entre les centres de rotation des bogies.

III. — La composition du train doit être déterminée pour chaque étape. Pour introduire dans la formule W les quantités i, R, v et n, il est indispensable de se baser sur les considérations suivantes :

a) Pour une étape d'une direction donnée, il faut choisir, dans le profil, le minimum de la grandeur i, prenant en considération que si i maximum n'est pas très long et si l'on peut le franchir avec la vitesse acquise (dans les limites réglementaires), on le néglige et on passe à la valeur i suivante dans l'ordre de grandeur. La qualité du charbon doit être celle du tableau K ci-dessus. Ayant choisi i, on trouve le plus petit R correspondant; on cherche, de la même manière, i et R pour la même étape, mais en supposant que le train la parcoure en retournant à son point de départ;

b) Quantité $n = \frac{Q}{a}$; a = poids moyen du wagon chargé;

c) Pour déterminer la vitesse v en kilomètres, l'équation suivante peut servir :

$$v = 790 \frac{\omega_l}{T_m} \text{ pour le chauffage au bois}$$

$$v = 19 \frac{\omega_l}{T_m} K \text{ pour le charbon.}$$

la quantité K doit être prise dans le tableau ci-dessus ou dans des données obtenues par la pratique.

La plus petite vitesse autorisée pour les calculs est de 12 kilomètres; en général, dans les endroits les plus difficiles de l'étape, on recommande une vitesse correspondante à un tour de la roue motrice par seconde.

IV. — La composition des trains d'été, obtenue par le calcul, est diminuée :

En hiver, de 5 jusqu'à 15° Réaumur de froid,	de 10 p. c.	Dans les conditions les plus défavorables, la composition des trains ne peut diminuer de plus de 30 p. c.
— 15 — 20° —	— 15 —	
— en dessous de 20° —	— 20 —	
Par grand vent avec neige	— 15 —	
— sans neige	— 10 —	
En temps de verglas.	— 20 —	
— de brouillard	— 10 —	

V. — Les calculs obtenus, de la manière ci-dessus, doivent être vérifiés par l'expérience, et les résultats des trajets d'essai doivent être communiqués à l'Administration.

Les données obtenues de la sorte sont rectifiées d'après les conditions climatériques influant sur le mouvement des trains, surtout en hiver, et l'on obtient des graphiques du mouvement des trains des différentes catégories.

En plus des calculs, on a fait sur quelques lignes de grands essais dynamométriques pour déterminer la résistance des trains. Suivant l'opinion de beaucoup de spécialistes, pour les chemins de fer russes dispersés sur des étendues énormes, soumis à des conditions climatériques différentes, ayant leurs locomotives chauffées avec diverses espèces de combustibles et alimentées avec des eaux de toute sorte, on doit considérer que les compositions des trains les plus régulières sont celles qui ont été déterminées par les essais.

En 1890, la composition des trains de voyageurs était fixée, en moyenne, à 36.4 essieux, et celle des trains de marchandises à 64.9 essieux, mais le nombre de ceux-ci diminuait pour les trains express en proportion de la vitesse développée; par exemple, le train-courrier du chemin de fer de Saint-Pétersbourg-Varsovie ne devait pas avoir plus de 27 essieux.

Le poids normal des trains diminue généralement en hiver de 15 à 20 p. c., par exemple : sur les lignes du Sud-Ouest, cette diminution va jusqu'à 10 p. c. pour 5 à 10° Réaumur au-dessous de zéro, jusqu'à 15 p. c. pour 15 à 20° de froid, et jusqu'à 20 p. c. pour plus de 20° de froid. Une diminution semblable allant jusqu'à 15 p. c. est établie lors de l'emploi des grands chasse-neige, et jusqu'à 10 p. c. en temps de brouillard, mais en tout cas à la condition que la quantité totale des diminutions ne dépasse pas 30 p. c. du poids normal du train.

Service de renfort. — Pour les trains à double traction, les deux locomotives doivent toujours se trouver en tête du train. Il y a cependant des exceptions : par exemple sur certaines sections d'un profil difficile des chemins de fer de Koursk-Kharkov-Azov et du Transcaucase, on place la seconde locomotive de renfort en queue du train sur les rampes.

Le service de réserve se fait par les locomotives en service à tour de rôle; quant aux manœuvres dans les grandes stations, elles se font généralement avec des locomotives qui sont spécialement choisies à cet effet et dont il est parlé dans le chapitre précédent.

Pour éteindre les incendies dans les trains ou sur la voie, les locomotives sont munies de lances et de tuyaux.

On se sert de la vapeur de la locomotive pour désinfecter les wagons.

4. — Consommation du combustible dans les locomotives [1].

Choix du combustible. — Les chemins de fer russes emploient comme combustible le bois, l'anthracite, le charbon de terre, la tourbe et le masoute ou résidus de naphte.

Dans l'annexe VI du présent *Aperçu*, colonnes 11 à 24, on a groupé les renseignements relatifs aux différentes sortes de combustibles employés sur les chemins de fer.

Le combustible représentant la plus grosse dépense de l'exploitation, le choix qu'on

(1) Voir aussi « Renseignements techniques relatifs à la consommation du combustible dans les locomotives », rapport par M. Hodeige. (*Compte rendu de la quatrième session du Congrès*, vol. II, p. XV-A 1 et suivantes.)

en fait dépend de la facilité d'approvisionnement, tant en ce qui concerne la qualité que la quantité et le prix sur place; en outre, le choix doit répondre aux vues du gouvernement qui cherche, autant que possible, à utiliser les richesses minérales du pays et à réduire au minimum l'emploi de bois, pour prévenir la destruction des forêts.

Il y a lieu de remarquer qu'actuellement les locomotives ne sont chauffées au bois que sur les lignes ou les sections de lignes traversant dans les contrées forestières et où l'emploi d'un autre combustible serait trop coûteux. En 1881, le bois était exclusivement employé sur 46 p. c. de la longueur totale du réseau russe, tandis qu'en 1890, cette proportion était réduite à 36 p. c.

Les lignes qui se trouvent près des gisements houillers du Donetz et celles pour lesquelles le prix de transport du charbon n'est pas très élevé, emploient l'anthracite et la houille de ce bassin qui sont de très bonne qualité. Les autres lignes allant directement vers les forêts de la Baltique, comme, par exemple, les lignes partant de Riga vers Pskov et Dvinsk, le chemin de fer Baltique et une partie du chemin de fer de Libau-Romny trouvent, jusqu'à présent, plus avantageux d'employer le charbon anglais. Les locomotives du chemin de fer de l'Oural et une partie de celles des chemins de fer de Syzrane-Viazma sont chauffées avec un charbon qui se trouve sur place ou dans les environs, et qui n'est pas de très bonne qualité; la première emploie les charbons de Loumiev, et la seconde, celui du rayon de Moscou. Tous les chemins de fer de la Vistule font usage du charbon de Dombrova (Pologne), qui n'est pas non plus de très bonne qualité.

La tourbe n'est pour le moment que d'un emploi très limité, le peu de durée de l'été dans le Nord rendant difficile son extraction et son transport à l'état sec; ses qualités calorifiques sont d'ailleurs relativement faibles et ses autres défauts empêchent d'utiliser largement ce combustible, bien qu'il se trouve en abondance dans le nord et le centre de la Russie.

Les résidus de naphte, provenant de la rectification du pétrole et de l'essence du naphte, forment, sans contredit, un des meilleurs combustibles; ils produisent une vaporisation considérable et rapide et ils brûlent complètement sans produire de flammèches. Leur coût par unité de parcours est inférieur à celui de tous les autres combustibles.

Pendant ces douze dernières années, l'emploi de bateaux spéciaux et de wagons-citernes, ainsi que la construction de certaines lignes, ont permis de transporter à d'énormes distances, à un prix relativement bas, le naphte et les produits de sa distillation.

En conséquence, quelques lignes emploient ceux-ci avec avantage et les ont même substitués au charbon de terre. La majorité des chemins de fer voisins du Volga en font usage à l'exclusion de tout autre combustible.

> *Remarque.* — Le personnel des locomotives chauffées au bois ou à la tourbe se compose d'un mécanicien, d'un aide mécanicien et d'un chauffeur; les machines chauffées à l'anthracite, au charbon ou avec des résidus de naphte, n'ont qu'un mécanicien et un aide.

DÉPENSE GÉNÉRALE. — Le tableau suivant renseigne, pour 1890, le parcours des

locomotives chauffées au moyen de différents combustibles et la dépense de chauffage.

DEPENSE DE COMBUSTIBLE.	PARCOURS total des locomotives.	DÉPENSE DE CHAUFFAGE.		COÛT DU COMBUSTIBLE.		
		Bois d'allumage.	Bois pour chauffer les locomotives.	Pour allumage.	Pour chauffage.	TOTAL.
	Kilomètres.	Sag. cub.	Mètres cubes.	Roubles.	Roubles.	Roubles.
Bois	63,802,907	...	3,648,517.5	...	4,710 980.43	4,710,980.43
			Kilogrammes.			
Anthracite	3,702,301	7,066.7	52,172,265	13,322.88	404,510.28	417,833.16
Charbon de terre . .	80,526,556	100,553 1	1,064,137,724	112,227.41	6,980,634.56	7,102,861.97
Tourbe	2,104,847	1,468.5	49,960,589	2,542.32	227,377.94	227,720.26
Résidus de naphte . .	27,214,983	4,344.2	266,131,164	8,277.28	2,411,160.02	2,419,437.30
Totaux. . .	177,351,594	113,422.5	...	146,364.89	14,734,663.23	14,881,033.12

En remplaçant la quantité de bois nécessaire à l'allumage par la quantité correspondante du combustible qui sert au chauffage des locomotives, la dépense moyenne pour un parcours de 100 kilomètres faite par les locomotives sera de :

Bois	5.718	mètres cubes =	7 r. 38 c.
Anthracite	1.441	kilogrammes =	11 r. 29 c.
Charbon de terre	1,344	— =	8 r. 82 c.
Tourbe	2.401	— =	10 r. 94 c.
Résidus de naphte	889	— =	9 r. 80 c.
		En moyenne. . .	8 r. 92 c.

Ces données ne peuvent d'ailleurs fournir qu'une vague indication pour comparer les pouvoirs calorifiques des différentes espèces de combustibles.

Les résultats obtenus à ce sujet par chaque ligne séparément, avec l'emploi de l'un ou de l'autre combustible, sont de beaucoup plus significatifs; ainsi le chemin de fer Nicolas brûle par 100 kilomètres parcourus jusqu'à 5.68 mètres cubes de bois, 2,413 kilogrammes de tourbe et 709 kilogrammes de résidus de naphte; le résultat obtenu par ces données, à savoir que 1 mètre cube de bois correspond à 224.3 kilogrammes de tourbe et à 124.8 kilogrammes de résidus de naphte, est certainement plus exact.

Conditions techniques. — Les conditions techniques pour la fourniture des combustibles dépendent en grande partie des conditions locales de chaque ligne, il n'y a donc lieu de donner ici que quelques données principales.

a) *Bois.* — Les chemins de fer Nicolas et de Saint-Pétersbourg à Varsovie admettent dans leurs cahiers des charges les bois de pin, de sapin, de bouleau, de hêtre, de charme, de chêne, d'érable, d'aune et de frêne. Le tremble n'est admis que pour une quantité ne dépassant pas 10 p. c. de chaque livraison et avec une diminution de prix de 20 p. c. Le bois livré doit avoir une longueur de 12 verschoks (534 millimètres) et son épaisseur transversale ne doit pas être inférieure à 2 verschoks (89 millimètres); le bois de cette épaisseur minimum ne peut pas figurer pour plus de 10 p. c. de la

fourniture; les morceaux de bois d'une grosseur de plus de 4 verschoks (176 millimètres) doivent être fendus. Les bois sont livrés en quantités déterminées et doivent être mis en tas par les fournisseurs aux endroits indiqués par les agents de la ligne.

b) *Charbon de terre.* (Chemin de fer de Saint-Pétersbourg-Varsovie.) — Le fournisseur doit livrer mensuellement à la ligne la quantité nécessaire de charbon pendant toute la durée du contrat.

Le charbon doit être de qualité semblable à l'échantillon présenté en quantité de 10 tonnes conservées dans un endroit spécial; chaque fourniture doit être accompagnée d'un certificat d'origine et d'une quittance de transport du lieu d'expédition jusqu'au dépôt du chemin de fer à Varsovie.

Le charbon ne doit être mélangé à aucune autre matière et ne doit contenir ni schiste, ni sable, ni pierres, ni terre, ni autres matières diminuant ses qualités calorifiques.

Le charbon doit être d'extraction récente et ne remontant, en aucun cas, à plus de six mois; il doit être sec et légèrement friable. Les cendres produites doivent représenter seulement 3 p. c. du poids. Il doit être livré en morceaux ayant au moins 3 pouces carrés anglais, les morceaux plus petits ne doivent pas dépasser la proportion de 5 p. c. du charbon livré.

Les conditions techniques pour la fourniture du charbon du bassin du Donetz aux chemins de fer de l'État, ont été établies d'une manière plus détaillée en 1892 par une commission spéciale, afin que ces lignes obtiennent un meilleur charbon; ces conditions stipulaient une prime en faveur des fournisseurs qui livreraient une qualité ayant une teneur en soufre et en cendre inférieure à une proportion déterminée.

Tout le charbon du bassin du Donetz, conformément aux nouvelles conditions, se divise en trois groupes : le premier groupe comprend le charbon sec, à longues flammes, donnant 50 à 60 p. c. de coke; le second, le charbon à courtes flammes, peu agglutinant et donnant 60 à 68 p. c. de coke; et le troisième groupe comprend le charbon à coke, agglutinant, d'une teneur en coke de 68 p. c. et plus.

Le charbon doit être d'extraction récente, et en tout cas ne remontant pas à plus de deux mois; il ne doit être ni brûlé ni sec, et son humidité ne doit pas être de plus de 8 à 10 p. c. Chaque partie de charbon livrée ne doit pas contenir plus de 5 p. c. de menu, 2 à 2 $^1/_2$ p. c. de soufre et 9 à 10 p. c. de cendres (le charbon étant brûlé dans un four à moufle).

Normalement, la teneur en soufre est de 2 à 2 $^1/_2$ p. c. et en cendres de 9 p. c. Les propriétaires des mines de charbon reçoivent une prime si le charbon contient un pourcentage moindre de soufre et de cendres; cette prime s'élève, pour chaque $^1/_2$ p. c. de soufre en moins, à $^1/_6$ de copeck par jour, et pour chaque 1 p. c. en moins de cendre, à $^1/_5$ de copeck par poud. Pour une teneur en soufre de plus de 2 $^1/_2$ p. c., mais non supérieure à 3 p. c., il est fait un rabais de $^1/_2$ copeck par poud sur le prix du contrat.

Le charbon ayant plus de 3 p. c. de soufre et plus de 10 p. c. de cendres n'est pas accepté.

Pour essayer le charbon en ce qui concerne les scories, on doit faire un voyage

d'essai dans les conditions suivantes : un train, ayant le nombre déterminé de wagons à marchandises, sans nettoyage du foyer, doit accomplir l'itinéraire en dépensant de 100 à 150 pouds. En plus, chaque partie de charbon livrée doit être soumise à une analyse dans les laboratoires de la ligne.

Le charbon ne répondant pas aux conditions indiquées, n'est pas accepté sur les chemins de fer de l'État.

Il est également intéressant de signaler, à titre de comparaison, les conditions imposées pour la fourniture, aux chemins de fer de l'État, du charbon de qualité secondaire provenant des bassins de Moscou, de Dombrova et de l'Oural.

Charbon des puits de Tchoulkov du bassin de Moscou. — Le charbon fourni doit être de bonne qualité, d'extraction récente, en aussi gros morceaux que possible, sans terre, matières stériles, pyrite ni charbon de *noix de galle.* Le charbon en morceaux ayant moins de 3 pouces dans tous les sens n'est pas accepté.

Chaque livraison peut comprendre plus de 10 p. c. de menu. Pour déterminer la quantité de menu, on fait passer le charbon sur une grille en fils de fer de 3 millimètres de diamètre distants de 25 millimètres. Son pouvoir calorifique doit être tel que la dépense en charbon par train-verste, suivant l'itinéraire existant avec 25 wagons complètement chargés et sur une longueur de 97 verstes, ne doit pas dépasser : en hiver, 2 pouds 16 livres; au printemps et en automne, 1 p. 36 l., et en été, 1 p. 18 l. La teneur en cendres ne peut être supérieure à 13 p. c., celle en soufre à 4.75 p. c. Le charbon contenant plus de 4.75 p. c. de soufre n'est accepté qu'avec un rabais de $^1/_{20}$ pour chaque $^1/_4$ p. c. en plus. Le charbon contenant plus de 6 p. c. de soufre n'est pas admis.

Charbon de Dombrova. — Le charbon doit être dur, ne contenir ni pierres, ni schiste, ni autres matières; il doit être en morceaux uniformes et d'extraction récente, n'ayant pas subi l'action de l'air pendant plus de deux mois; il doit être généralement en gros morceaux; il ne peut y entrer plus de 40 p. c. du charbon connu dans le commerce sous la dénomination de moyen (*koulatchny*) ni plus de 50 p. c. de menu. La teneur en cendres du lot entier ne doit pas dépasser 10 p. c.; au cas où cette teneur atteint 11 p. c., il est fait une retenue de 1 p. c. sur toute la partie. Pour déterminer la quantité de charbon moyen, on fait passer la livraison sur une grille, inclinée à 40 p. c., avec des mailles de 4 pouces de hauteur et de largeur, le fil de fer qui forme les barreaux ayant $^1/_2$ pouce de diamètre. Si le crible laisse passer une quantité de plus de 40 p. c., le surplus est refusé. Pour déterminer la quantité du charbon menu, on se sert d'une grille à mailles de 1 pouce, inclinée à 40 p. c. et formée de fils de fer de $^1/_2$ pouce. Le charbon contenant plus 5 p. c. de menu est refusé.

Charbon de l'Oural (de Lounievka et de Kizel). — Le charbon de cette origine doit être dur, propre, sans mélanges et d'une extraction ne remontant pas à plus de trois mois; il doit provenir de couches se trouvant à 8 verschoks [1] de profondeur; le charbon des affleurements n'est pas accepté. Une unité de poids de charbon brûlé dans une

---

[1] 1 verschok = 0m044.

locomotive au repos doit vaporiser au moins 6 1/2 unités d'eau. Le charbon ne doit pas contenir plus de 25 p. c. de menu, pas plus de 20 p. c. de cendres et pas plus de 3 1/2 p. c. de soufre. Chaque pour cent de menu au-dessus de 25 p. c. entraîne un rabais de 2 p. c. sur le prix du contrat ; chaque centième de cendres au-dessus de 20 p. c., un rabais de 2 p. c., et enfin chaque quart de centième de soufre en plus, un rabais de 0.05 copeck sur le prix convenu.

c) *Tourbe* (chemin de fer de Nijni). — La tourbe doit provenir des gisements préalablement admis par l'Administration; il faut qu'elle soit extraite et travaillée suivant le mode autorisé par l'Administration de la ligne. Elle doit être compacte et dure, bien séchée à l'air, avec un degré de dessiccation tel qu'elle ne renferme pas plus de 25 p. c. d'eau. La tourbe renfermant de 25 à 35 p. c. d'eau peut être admise, mais avec un rabais correspondant à la quantité d'eau au-dessus de 25 p. c. Celle qui contient plus de 35 p. c. d'eau est refusée. Un mètre cube de tourbe, répondant à ces conditions, ne pèse pas moins de 253 kilogrammes (une sagène cube = 150 pouds); une tourbe plus légère n'est pas acceptée.

La tourbe est livrée sous la forme de briquettes de 60 à 120 millimètres de largeur et d'épaisseur et de 275 à 380 millimètres de longueur; elle ne doit pas renfermer plus 6 p. c. de substances incombustibles.

g) *Résidus de naphte* (chemin de fer de Nijni). — Les résidus de naphte sont livrés dans des wagons-citernes à la station de Nijni; ils doivent être de bonne qualité, parfaitement propres, ne contenir ni soufre, ni eau, ni sable; ils doivent provenir exclusivement de la rectification du naphte en pétrole et en essence. La couleur doit être verdâtre, mais non noire; le poids spécifique, à une température de + 17°5 centigrades, ne doit pas être supérieur à 0.911; le point d'ébullition ne doit pas être inférieur à 140° centigrades. Ils doivent brûler complètement, sans laisser de résidus.

Approvisionnement et consommation. — L'approvisionnement du bois et du charbon ne demandent pas de dispositions spéciales. On met, autant que possible, le bois sur un endroit un peu élevé ou bien sur des emplacements munis de canivaux pour l'écoulement de l'eau de pluie ou de l'eau provenant de la fonte des neiges. Les dépôts de bois se trouvent généralement près des dépôts de machines et des voies spéciales qui y conduisent; les locomotives ayant besoin de combustibles se dirigent par ces voies vers le dépôt. Aux stations intermédiaires, où les trains s'arrêtent peu de temps, une partie du bois est mise en tas près de la voie principale, pour le cas où les locomotives auraient besoin de combustibles. On fait aussi des tas de charbon, mais ceux-ci sont relativement petits; le charbon demande aussi un emplacement convenable près des stations. Le bois est jeté directement dans le tender, tandis que pour le charbon, beaucoup de lignes ont des quais spéciaux, avec grue, pour faciliter le chargement des tenders.

Pour approvisionner les locomotives en tourbe, le chemin de fer de Nijni possède des quais à la hauteur des tenders; le chargement se fait au moyen de paniers, préalablement remplis de combustibles et rangés sur ces quais. Aux stations intermédiaires, des wagons spéciaux chargés de tourbe sont placés sur une voie parallèle à la voie prin-

cipale, près des locomotives, afin que le chargement puisse s'effectuer rapidement. Quant aux tenders, afin de les approvisionner d'une quantité suffisante de tourbe (environ 14 mètres cubes), les parois sont surélevées et les côtés sont munis de dispositions spéciales pour faciliter le chargement.

Les lignes employant le naphte ont construit de grands réservoirs fermés, pouvant contenir jusqu'à 2,500 tonnes, c'est-à-dire la quantité qui leur est nécessaire depuis le jour de la fermeture de la navigation sur le Volga jusqu'à son ouverture. Le naphte, amené dans des wagons-citernes, est refoulé à l'aide de pompes dans les réservoirs, d'où il est amené au moyen d'une conduite soit au dépôt, soit sur la ligne principale pour le chargement des tenders. Les réservoirs à naphte des tenders sont placés tantôt sous les caisses à eau, tantôt à l'emplacement ordinaire du bois; ils sont fermés hermétiquement et peuvent contenir jusqu'à 5,000 kilogrammes de résidus de naphte.

Sur les chemins de fer de l'État aboutissant au bassin du Volga, afin d'assurer les approvisionnements jusqu'à l'ouverture de la navigation, on emmagasine le naphte non seulement sur les lignes, mais encore dans des réservoirs appartenant aux fournisseurs et placés soit sur des bateaux, soit dans des fosses; ils peuvent contenir de 300,000 à 500,000 pouds.

Comme pendant les grands froids les résidus de naphte s'épaississent, ce qui empêche leur écoulement régulier des réservoirs aux tenders, on munit généralement leur conduite d'un petit tube par lequel passe la vapeur de la chaudière et qui sert à la réchauffer.

Les pompes servant à charger les réservoirs de résidus de naphte sont également réchauffées à la vapeur.

Les dépôts et les réservoirs des stations livrent le combustible aux mécaniciens contre quittance, et afin d'intéresser le personnel à l'économie du combustible, toutes les lignes russes ont adopté le système des primes.

Chaque ligne détermine la dépense normale de combustible pour chaque type de locomotive, pour chaque catégorie de trains, suivant le profil de la voie des sections. Cette dépense normale est une quantité déterminée de combustible par unité de parcours de la locomotive et des wagons entrant dans la composition du train; des bases spéciales sont fixées pour le service des locomotives de réserve et de manœuvre. Pour toute économie sur la dépense normale, le personnel reçoit une prime déterminée; par contre, pour toute dépense en plus, on opère une retenue.

Beaucoup de lignes n'accordent ces primes qu'aux mécaniciens et à leurs aides (par exemple le chemin de fer de Saint-Pétersbourg-Varsovie); d'autres (comme le chemin de fer Nicolas) étendent le partage des primes aux chefs d'ateliers, à leurs aides et aux ouvriers du dépôt, et, enfin, les autres lignes en plus petit nombre (celles du Sud-Ouest, par exemple), intéressent à ces primes non seulement le personnel des locomotives et celui du dépôt, mais aussi les agents du contrôle, les employés de la comptabilité centrale et les agents des services centraux et régionaux du matériel et de la traction.

En général, la distribution des primes d'économie a beaucoup contribué à l'abaissement, d'année en année, des dépenses de combustible, et ces dépenses qui atteignaient,

en 1881, une moyenne de 15.5 copecks par train-kilomètre, ne s'élevaient plus, en 1890, qu'à 11.2 copecks.

5. — Emploi des combustibles liquides pour le chauffage des locomotives (1)

Par St. GOULICHAMBARON
INGÉNIEUR-TECHNOLOGUE

L'emploi du combustible liquide pour le chauffage des locomotives, tendant à se substituer à celui des autres combustibles, mérite qu'il lui soit consacré un paragraphe spécial.

Considérations générales. — Les premiers essais réalisés en Russie, d'abord sur une petite échelle, pour l'emploi d'un combustible liquide pour le chauffage des locomotives, remontent à la fin de l'année 1860 et l'honneur en revient à l'ingénieur des mines Porietsky (2). En mai 1870, cet inventeur a transformé, d'après son système, la locomotive-tender n° 28 du chemin de fer d'Odessa, pour brûler un combustible liquide. Cet essai ne fut pas heureux, ce qui cependant ne découragea pas l'inventeur; en 1874 et 1875, il transforma, suivant son système, des locomotives du chemin de fer de Griazi-Tsaritsine, mais sans plus de succès (3). Continuant ses recherches, ce travailleur infatigable y intéressa, en 1878, le chemin de fer Baltique; dans l'automne de la même année, celui-ci appropria la locomotive « Oranienbaum » suivant les indications de Porietsky et, en 1879, cette locomotive apparut *sur la section à naphte du chemin de fer du Transcaucase*. Ces nouveaux essais donnèrent des résultats semblables aux précédents, mais, comme auparavant, ils ne purent convaincre Porietsky de l'inefficacité de son système pour le chauffage des locomotives. Attribuant ses insuccès à des circonstances accessoires et non pas au principe de son invention, il réussit à y intéresser, en 1880, une nouvelle ligne, celle de Tambov-Saratov. Cette fois encore, d'après le témoignage de l'ancien directeur de cette ligne, M. l'ingénieur Bredov (4), ses expériences n'eurent aucun succès, parce que les tubes en fer à naphte se tordaient et s'encrassaient après un parcours insignifiant, et, le 15 septembre 1881, on renonça définitivement à les poursuivre.

Presque en même temps que Porietsky, et suivant un principe analogue, on faisait des expériences de chauffage au naphte sur la ligne de Tsaritzyne, d'après le système du major Rochtchev. Les essais effectués le 30 juin 1881 permirent à l'Administration de cette ligne de se convaincre de l'impossibilité absolue d'adopter le système dont il s'agit (5).

En 1880, la Société de la ligne de Poti-Tiflis, qui faisait depuis un an déjà, entre Bakou et Tiflis, des essais sur l'emploi du combustible liquide dans les locomotives, en

(1) Voir, sur le même sujet, une note de M. Hodeige dans le *Compte rendu de la quatrième session du Congrès*, vol. II, p. XV-A 145.
(2) *Journal de la section du Caucase de la Société technique russe.*
(3) Urqhardt, *Engineering*, 1877, page 9.
(4) *Journal de Saratov*, 1881, n° 167.
(5) *Journal Strana*, 1881, n° 90.

confia la direction à M. O. Lentz, mécanicien bien connu dans le pays et ayant employé déjà ce système de chauffage sur les bâtiments à vapeur de la flottille de la mer Caspienne. En même temps que Lentz, et sur la même ligne, travaillaient encore à la solution du problème beaucoup d'autres techniciens qui, grâce à leurs efforts persévérants, parvinrent, en 1883, à en trouver une solution vraiment satisfaisante. Des essais semblables étaient également en cours à cette époque sur la ligne Transcaspienne, dont le premier tronçon a été ouvert en 1884.

En même temps que les techniciens réussissaient dans leurs recherches sur le chauffage par le naphte, le prix des résidus de naphte diminuait, grâce au perfectionnement de l'exploitation, et permettait, même aux lignes assez éloignées de la presqu'île d'Apcheron, d'employer ce combustible. Sous ce rapport. ce sont les travaux du chemin de fer de Griazi-Tsaritzyne qui présentent le plus d'intérêt : à la fin de l'année 1870, cette ligne n'avait plus à regretter les dépenses faites pour établir chez elle, d'une manière régulière, ce nouveau mode de chauffage et, si elle y est parvenue, c'est grâce aux efforts de l'ancien chef du service du matériel roulant, M. Urqhardt. Tandis que sur les lignes transcaucasienne et transcaspienne les ingénieurs faisaient porter principalement leurs recherches sur les moyens de brûler le combustible, c'est-à-dire sur les appareils de chauffage, en laissant la plupart du temps intacts les foyers des locomotives, sur la ligne de Griazi-Tsaritzyne, au contraire, l'attention était principalement attirée sur le foyer, tout en employant le brûleur Chpakovski, qui s'était montré assez médiocre sur les bateaux à vapeur. Ces deux méthodes différentes avaient chacune leur défaut, et l'on n'a réellement commencé à obtenir de bons résultats qu'en les combinant, c'est-à-dire en améliorant les appareils de combustion, tout en s'occupant aussi d'une meilleure répartition et d'une meilleure conservation de la chaleur.

Sans s'arrêter longuement aux particularités des brûleurs, il est cependant nécessaire d'indiquer les points par lesquels ils se distinguent les uns des autres. Différant beaucoup dans leurs détails, ils rentrent tous cependant dans l'une des quatre catégories suivantes :

1° Dans les appareils du premier type, le naphte ou ses dérivés, amenés au préalable à la forme gazeuse, brûlent directement sous cette forme;

2° Dans les appareils du second type, le combustible liquide passe au travers des matières poreuses (pierre ponce, sable, etc.), remplissant le rôle de mèche;

3° Dans les appareils du troisième type, le naphte brûle directement à l'état liquide comme dans les lampes;

4° Dans les appareils du quatrième type, enfin, le combustible liquide, divisé à l'aide de la vapeur ou de l'air comprimé, est enflammé, puis brûle sous forme de vapeur.

L'expérience a prouvé que, pour les locomotives, ce dernier système est le plus pratique.

Caractères du combustible liquide. — Comme combustible, le naphte s'emploie presque exclusivement sous la forme des résidus obtenus après la distillation du pétrole et des autres huiles d'éclairage; pour éviter les chances d'incendie, le point d'inflammabilité de ces résidus ne doit pas être inférieur à 120° ou 140° centigrades. En outre, on exige

qu'ils contiennent le moins d'eau possible et que leur poids spécifique soit d'environ 0.940 à 14° centigrades. Comme en hiver ce combustible, déjà assez peu fluide de sa nature, s'épaissit encore davantage, il y a lieu de le réchauffer afin que sa pulvérisation s'effectue plus complètement et plus facilement. Cette opération se fait pendant la marche de la locomotive au moyen d'appareils spéciaux.

Pour retenir les corps étrangers contenus par hasard dans les résidus de naphte, les réservoirs des tenders sont munis d'un filtre métallique; mais cela ne suffit pas pour avoir un combustible net. Les réservoirs sont encore munis d'appareils spéciaux pour recueillir les corps étrangers et l'eau qui se sépare très facilement en réchauffant le combustible. Sans ces précautions, les tuyaux à naphte, et principalement les pulvérisateurs, s'engorgeraient rapidement et il en résulterait beaucoup d'ennuis.

La présence de l'eau dans le combustible liquide a pour principal résultat d'abaisser son pouvoir calorifique; de bons résidus de naphte, qui ne sont mélangés ni d'eau ni de corps étrangers, donnent environ 11,000 calories, mais les résidus, conservés dans les conditions ordinaires, développent une chaleur beaucoup moindre.

Types des bruleurs. — Dans le dernier des quatre modes de combustion des combustibles liquides dont nous avons parlé plus haut, le naphte est entraîné par un jet d'air comprimé ou de vapeur, et en passant avec ce jet par une petite ouverture, il se pulvérise et se mélange à l'air dans le foyer, où il brûle comme un gaz. On peut donner à la flamme différentes formes, différentes intensités, etc. Ces formes dépendent exclusivement de celle du pulvérisateur ou bec à air ou à vapeur; si la vapeur sort d'un bec à ouverture ronde, la flamme a la forme d'un balai, le centre étant renflé et les extrémités épanouies; si, au contraire, le bec est plat, la flamme affecte la forme d'une lame; si l'on replie le bec plat vers le bas ou vers le haut, on obtient une flamme concave ou convexe.

L'appareil Chpakovski peut être considéré comme le prototype des becs ou pulvérisateurs, à flamme en forme de balai; il se compose de deux tubes concentriques ne laissant entre eux qu'un petit espace annulaire; le naphte passe par le tuyau central, se trouve à sa sortie enveloppé d'une gaine de vapeur.

Pour régler l'échappement de la vapeur et du naphte, on emploie quelquefois des robinets ordinaires placés sur les conduites de naphte ou de vapeur; quelquefois encore, les deux tubes coniques sont filetés l'un sur l'autre, et en tournant l'un d'eux autour de son axe horizontal, on peut augmenter ou diminuer jusqu'à le fermer entièrement l'espace annulaire qui se trouve entre eux. On règle la vapeur et le naphte soit à leur entrée dans les pulvérisateurs, soit à leur sortie. Si le bout du pulvérisateur est aplati, on obtient un type d'appareil à bec plat. La vapeur n'entraîne pas alors le naphte de tous les côtés, mais arrive parallèlement au-dessous. La vapeur et l'air se règlent comme dans le premier cas, soit à leur entrée, soit à leur sortie. M. O. Lentz, de Bakou, préférant ce dernier système, a proposé, pour régler les proportions du mélange, un appareil rappelant les tiroirs circulaires d'une locomotive : le réglage se fait réellement très bien, mais le mécanisme étant compliqué, il arrive que l'appareil ne fonctionne pas très longtemps avec succès, et l'on a fini par l'abandonner presque partout.

Les brûleurs des différents types ont été placés le plus souvent dans la porte du foyer de la locomotive; la flamme se dirige alors directement vers la plaque tubulaire (appareil Lentz), en en faisant rougir une petite partie, tandis que le restant est chauffé simplement par la chaleur rayonnante. On a placé aussi au milieu du cendrier un bec muni d'un draphragme conique (Brandt-Wasmundt), amenant le pétrole aux lèvres circulaires du pulvérisateur où il est saisi par un jet de vapeur également circulaire; la flamme produite présentait la forme d'une tulipe avec des langues de feu détournées de leur direction verticale par le tirage. On a aussi placé les becs dans les angles inférieurs de l'avant du foyer avec une inclinaison de 45° pour que la flamme se dirigeât vers les angles supérieurs de l'arrière (Koerting). On a encore essayé de diriger la flamme des portes du foyer sur une sole en briques réfractaires, afin que la plaque tubulaire ne soit soumise qu'à la réverbération de la flamme (Karapetov-Koribout-Dachkevitch-Blumer), mais le revêtement en briques devenait tellement rouge que les grilles brûlaient très vite.

Le point le plus défectueux que présentaient ces essais, consistait principalement en ce que le foyer métallique de la locomotive était chauffé trop rapidement par les flammes intenses du pulvérisateur, et se refroidissait non moins vite dès que le feu était éteint. Des changements de température aussi brusques détérioraient excessivement vite les joints du foyer, neutralisaient tous les avantages de la plus complète combustion du naphte. C'est précisément sur ce point de la question que M. Urqhardt a porté toute son attention, tâchant non seulement d'arriver à une combustion complète, mais encore et surtout à conserver la chaleur dans le foyer. A cet effet, il y construisit des chambres en argile et briques réfractaires dans lesquelles la flamme circulait avant de toucher aux parois du foyer. Voici la description de l'un des meilleurs types de ces chambres-accumulateurs : Le fourneau réfractaire se trouve dans l'intérieur du foyer de la locomotive; il est placé au fond du cendrier et se compose de trois murs montant presque jusqu'au ciel du foyer et reliés par une voûte pour assurer une plus grande solidité. Entre les murs des chambres et les parois du foyer sont ménagés des carneaux pour le passage des gaz; en outre, dans les murs de la chambre, il y a des ouvertures à l'aide desquelles on obtient une combustion plus complète. L'air nécessaire est amené au pulvérisateur à travers le cendrier par les carneaux. Par la circulation des produits de la combustion, toute la maçonnerie acquiert une haute température, et cette masse surchauffée forme un accumulateur de chaleur. On obtient ainsi une meilleure combustion; quant à l'air froid, il ne peut entrer dans les tubes à fumée qu'en passant par la chambre chaude. Le fourneau conserve très longtemps sa chaleur; aussi peut-on, dans de certains cas, arrêter l'arrivée du naphte dans le foyer et l'y laisser pénétrer de nouveau sans aucune difficulté et sans inconvénient. Le rallumage se fait automatiquement et sans détonation.

En dehors du système des chambres en briques réfractaires placées dans le foyer, on peut encore obtenir une combustion complète comme, par exemple, sur le chemin de fer du Transcaucase, au moyen du bec « à vis ». Ce brûleur donne une flamme courte qui remplit le foyer et en lèche les parois sans les détériorer, grâce à ce qu'elle ne produit pas de coup de feu. Ce bec est une modification de celui de Brandt, il est

placé à l'intérieur du foyer dans l'axe et à 4 centimètres de la paroi d'arrière. Il se compose de trois rondelles superposées. Celle de dessus est serrée par un boulon sur les deux autres qui sont munies de douilles entrant l'une dans l'autre, de telle sorte que la rondelle du milieu forme diaphragme et laisse deux espaces libres, l'un au-dessus d'elle servant pour le naphte et l'autre au-dessous pour la vapeur. La douille du diaphragme central sert de tuyau pour l'arrivée du naphte; elle est munie d'un presse-étoupe. Le boulon de la rondelle supérieure est muni d'un ressort, de telle manière que la rondelle du milieu peut se rapprocher ou s'éloigner des deux autres. Pour permettre de régler ces deux mouvements, la douille de la rondelle inférieure est montée sur celle de la rondelle du milieu ou du diaphragme à l'aide d'une vis à double filet. Les rondelles supérieure et inférieure sont réunies entre elles au moyen d'un buttoir spécial leur permettant seulement de se déplacer vers le haut et vers le bas.

La douille du diaphragme central est munie d'un secteur denté à l'aide duquel il peut être mis en mouvement par le mécanicien et par l'intermédiaire d'une roue d'engrenage. La surface de contact ou lèvres des rondelles du pulvérisateur et du diaphragme a la forme de dents inclinées, correspondant entre elles et disposées de telle sorte que lorsqu'on déplace le diaphragme central, chaque dent ouvre ou ferme un pertuis, suivant le sens dans lequel se fait le mouvement. Il y a, pour la vapeur ainsi que pour le naphte, treize pertuis; dix pertuis à naphte peuvent se fermer entièrement en tournant le diaphragme, et les dix pertuis à vapeur correspondant conservent une ouverture de 2 millimètres; les trois pertuis à vapeur et les trois pertuis à naphte qui restent ne se ferment pas complètement; ils conservent chacun une ouverture de $4 \frac{1}{2}$ à $6 \frac{1}{2}$ millimètres, et maintiennent la flamme quand il ne faut qu'un petit feu; deux jets de ces pertuis sont dirigés vers les angles de la plaque et le troisième sur la paroi d'arrière du foyer. L'introduction de la vapeur et du naphte est réglée par des robinets spéciaux à vis.

Les becs de Wasmundt sont construits d'après le même principe.

Entre les systèmes à longue flamme et ceux à flammes séparées, se placent les becs de Karapetov et de Koribout-Dachkevitch. Le premier présente cependant quelques défauts de construction; il a besoin de fréquentes réparations, ne donne pas une vaporisation suffisante et ne produit pas un chauffage régulier. Le second a la forme d'un cylindre aplati; il est divisé dans sa hauteur en deux parties par un diaphragme et peut prendre un mouvement de rotation autour d'un axe vertical latéral; pour la sortie du naphte et de la vapeur, ce cylindre porte des fentes minces divisées chacune en cinq orifices séparés les uns des autres par un faible intervalle. Les orifices à naphte sont disposés sur le cylindre et sont dirigés vers le bas. Quant aux orifices à vapeur, ils sont en forme de cône et sont dirigés vers le haut; de plus, les trois orifices à vapeur du centre sont en pente plus douce que ceux des côtés, de telle sorte que le jet qui s'en échappe est plus fort. Afin que le naphte s'écoule sans interruption dans le foyer, le pulvérisateur se place non pas horizontalement, mais avec une certaine inclinaison vers l'avant. Pour éviter que le naphte ne s'écoule par toutes les ouvertures lorsque la locomotive s'incline latéralement, elles sont isolées les unes des autres par de petites sépara-

tions, de manière à assurer à chacune d'elles un canal spécial. Tout l'air arrive par le cendrier. Afin que l'air ne pénètre pas dans le foyer en contournant le brûleur, l'orifice des portes du foyer sur lesquelles l'appareil est placé est fermé de l'intérieur par des portes spéciales, et, de plus, l'appareil lui-même est muni à l'intérieur d'un petit écran en fer. Il y a un robinet purgeur spécial qui permet de lancer la vapeur dans la partie du pulvérisateur parcourue par le naphte.

Au fur et à mesure que le chauffage des locomotives par le naphte se vulgarisait sur le réseau russe, les ingénieurs de chaque ligne, reprenant les études qu'ils avaient commencées, se mirent à combiner des pulvérisateurs de leurs systèmes particuliers avec des fourneaux réfractaires des formes les plus diverses. Il en résulte que les chemins de fer russes possèdent actuellement un grand nombre de systèmes de chauffage au naphte; mais, bien que différant entre eux par des détails, ils présentent tous une analogie complète avec les appareils dont nous venons de parler.

Dépôts de naphte. — Les grands approvisionnements des résidus de naphte, s'élevant à plusieurs millions de pouds, sont conservés dans des fosses creusées dans le sol, à parois et à fond inclinés, et revêtus de terre glaise; les approvisionnements moins importants, ne comprenant que quelques centaines de mille pouds, sont conservés dans des réservoirs cylindriques en fer munis d'un tube pour le mesurage du naphte et d'un index indiquant le niveau du naphte dans le réservoir. Ce dernier est soigneusement mesuré, et pour une unité de hauteur donnée, le poids du combustible n'est pas déterminé d'une manière égale pour l'été et l'hiver. En effet, si un pouce de hauteur d'un bac à naphte donné représente en été 16.08 pouds, en hiver le poids correspondant atteindra 16.2 pouds; 15 pouces représentent donc en été 241.2 pouds et en hiver 243 pouds.

Dépenses. — Les données sur la valeur calorifique du combustible liquide ordinaire comparée à celle du bois sont très variables; il faut de 65 à 87 pouds de résidus de naphte pour 1 sagène cube de bois; cela dépend des conditions locales des lignes. Une sagène cube de bois équivaut, sur les cinq lignes d'Orel-Griazi, de Samara-Zlatooust, de Griazi-Tsaritzyne, d'Orenbourg et de Riazane-Oural, à 65 pouds de combustible liquide; sur la ligne de Moscou-Kazane, à 68 pouds; sur la ligne de Moscou-Iaroslav, à 69 pouds; sur les deux lignes de Syzrane-Viazma et de Rybinsk-Bologoé, à 70 pouds; sur les deux lignes de Moscou-Koursk et de Kozlov-Voronège-Rostov, à 72 pouds; sur la ligne de Baskountchak, à 75 pouds; sur la ligne du Transcaucase, à 76 pouds; sur la ligne de Moscou-Nijni, à 78 pouds, et enfin sur la ligne de Moscou-Brest, à 87 pouds. D'une façon générale, pour tout le réseau ferré, l'équivalent d'une sagène de bois est de 70 pouds de résidus de naphte.

La dépense normale de combustible liquide pour les locomotives n'est pas la même sur les différentes lignes et pour les différents types de locomotives; elle est déterminée généralement par les conditions locales et les résultats pratiques. Il suffit ici d'indiquer les résultats généraux suivants, tant pour le chauffage des locomotives que pour celui des ateliers, maisons d'habitation, etc., etc.

En dehors du chemin de fer Transcaspien, il a été dépensé en résidus de naphte :

	Pour tous les besoins du réseau.	Pour les locomotives seules.	Nombre de milliers de locomotive-verstes correspondant.
1882	131,896 pouds.	121,763 pouds.	83
1883	1,720,409 —	1,515,206 —	2,329
1884	3,887,174 —	3,628,290 —	5,668
1885	5,042,673 —	4,679,520 —	7,721
1886	5,788,505 —	5,367,107 —	8,882
1887	6,741,009 —	6,205,596 —	10,713
1888	8,707,559 —	7,943,453 —	12,393
1889	12,994,112 —	12,071,301 —	18,816
1890	17,654,607 —	16,247,325 —	25,506
1891	20,393,703 —	18,990,304	26,471
1892	24,081,605 —	22,474,401 —	30,317

Il ressort de ce qui précède, que le chauffage des locomotives absorbe plus de 90 p. c. des résidus de naphte employés sur tout le réseau.

Quant à la répartition de la dépense des résidus de naphte entre les différentes lignes, tant pour le chauffage des locomotives que pour les autres usages, les données pour les trois dernières années se résument comme suit (en milliers de pouds) :

	1890.	1891.	1892.	Pour 1892, sur tout le combustible employé, les résidus de naphte représentaient :
Transcaucase.	6,326	5,641	6,875	92 p. c.
Griazi-Tsaritzyne	2,862	2,693	2,910	88 —
Riazane-Oural	1,155	1,491	3,297	85 —
Orel-Griazi	1,077	1,124	1,566	84 —
Moscou-Kazane	1,198	1,089	1,338	81 —
Baskountchak	68	97	98	74 —
Samara-Syzrane	1,047	2,357	3,495	58 —
Samara-Zlatooust	152	516	908	44 —
Moscou-Nijni.	443	403	1,029	44 —
Moscou-Koursk	987	1,010	1,190	21 —
Moscou-Iaroslav	311	310	405	21 —
Kozlov-Voronège-Rostov . . .	481	626	620	7 —
Orenbourg	118	63	146	7 —
Moscou-Brest	138	106	174	3 —
Rybinsk-Bologoé	7	27	30	3 —

On voit par les données qui précèdent que les principaux consommateurs du combustible liquide sont la ligne du Transcaucase et les lignes qui sont à proximité du Volga ou qui le traversent; ce fleuve offre, en effet, le mode de transport le moins coûteux pour les résidus de naphte. Sur certaines lignes, le chauffage au naphte ne constitue qu'une exception; sur plusieurs chemins de fer, il commence à supplanter les autres espèces de combustible. En résumé, pour l'année 1892, le combustible liquide représente 13 p. c. de tous les combustibles consommés par les chemins de fer russes.

6. — Éclairage, graissage et nettoyage des locomotives et tenders.

Éclairage. — On emploie pour les locomotives, des lanternes de buttoirs, des lanternes de signaux et des lanternes à main.

Les lanternes de buttoirs se mettent à l'avant de la locomotive en tête du train : les locomotives à voyageurs ont trois lanternes ordinaires et les machines à marchandises, deux; lorsqu'on emploie des lanternes américaines, on se contente souvent d'en mettre une seule.

Les dimensions des réflecteurs des lanternes de buttoirs, ordinaires et américaines, sont déterminées par l'intersection de la surface parabolique du réflecteur avec un plan perpendiculaire à son axe horizontal. Elles sont approximativement, suivant l'axe horizontal :

Lanternes ordinaires	110 millimètres.
— américaines	350 —

Suivant l'axe vertical :

Lanternes ordinaires	340 millimètres.
— américaines	570 —

La surface des réflecteurs est généralement nickelée et quelquefois argentée. Le nickelage sur certaines lignes se fait dans les ateliers par la galvanoplastie.

Il y a généralement deux lanternes à main par locomotive pour éclairer le niveau d'eau et le manomètre.

Pour l'éclairage des locomotives, on emploie presque exclusivement le pétrole; l'huile grasse n'est employée que sur quelques lignes pour les lanternes éclairant les manomètres et les niveaux d'eau.

Les dépenses de matières d'éclairage, à peu d'exceptions près, ne donnent pas lieu à l'application de primes; il y a cependant des consommations normales dépendant tant du nombre des heures pendant lesquelles les locomotives ont fonctionné que des calibres des becs de lampe. D'après ces bases, les mécaniciens établissent le compte des matières servant à l'éclairage de leurs locomotives, et on fixe également les crédits correspondants pour le dépôt.

Suivant les calibres des becs de lampes, la consommation normale est fixée par heure :

Pour les lampes de	14 lignes (becs ronds)		25	zolotniks à l'heure.
—	10 — —	de	7 à 12	—
—	10 — (becs plats)	de	5 à 8	—
—	7 — —	de	3 à 4	—
—	5 — —	de	1 1/2 à 5	—

La dépense de verres et de mèches dépend de la dépense de matières d'éclairage et, en moyenne, on peut compter que pour un poud de matière d'éclairage, il faut six verres et une archine de mèche.

Les cahiers des charges de la plupart des lignes pour la fourniture du pétrole contiennent les prescriptions suivantes :

a) Le pétrole doit être bien rectifié, c'est-à-dire qu'il ne doit pas contenir trop de

carbures d'hydrogène volatils ou lourds, et être exempt d'acide, d'eau et d'autres mélanges; il doit être d'une couleur jaunâtre par transparence, sa nuance à la lumière réfléchie doit tirer sur le violet clair, son odeur doit rappeler uu peu celle du naphte;

b) Le poids spécifique du pétrole à 14° Réaumur doit être de 0.818 à 0.825;

c) Le degré d'inflammabilité des vapeurs du naphte ne doit pas être inférieur à 24° centigrades et celui du naphte lui-même à 32° centigrades; le pétrole ne doit pas s'épaissir à la température de 18° centigrades; le degré d'inflammabilité du pétrole doit être déterminé par l'appareil Engler;

d) Le pétrole doit avoir une flamme égale et brillante ne donnant ni odeur, ni fumée; il doit brûler aussi bien dans les lampes à bec plat que dans celles à bec rond et sans qu'on soit obligé de nettoyer la mèche pendant douze heures.

Graissage. — Pour le graissage des locomotives, on emploie le suif, l'huile minérale, les résidus de naphte (1) et le naphte brut filtré. Par suite du prix élevé du suif, comparé à celui des autres matières de graissage, on s'efforce de l'employer le moins possible; on ne l'utilise qu'au graissage des cylindres et pour lubrifier certaines pièces qui ont une tendance à chauffer.

Les huiles végétales, comme l'huile d'olive, par exemple, ne s'emploient que dans les cas exceptionnels; on les a avantageusement remplacées par les produits du naphte, et ceux-ci étant de beaucoup meilleur marché, il en est résulté une grande économie dans le graissage des locomotives.

Toutes les Administrations de chemins de fer accordent aux mécaniciens des primes pour les économies réalisées dans l'emploi des matières de graissage, relativement aux consommations normales établies pour chaque locomotive.

La dépense de matières de graissage, en 1890, s'est élevée à :

Suif	986,461 kilogrammes	=	271,544 r. 39 c.
Huile	2,643,837 —	=	205,459 r. 94 c.
Total. . .	3,630,298 kilogrammes	=	477,044 r. 33 c.

De telle sorte que, pour un parcours général des locomotives de 177,351,594 kilomètres, la dépense de matières de graissage, par 100 kilomètres, s'est élevée à :

Suif	0.556 kilogramme	=	15.3 copecks.
Huile.	1.491 —		11.6 —
Total. . .	2.047 kilogrammes	=	26.9 copecks.

Remarque. — Les conditions de réception imposées aux fournitures de matières de graissage se trouvent dans les comptes rendus du Congrès international des chemins de fer. Nous y renvoyons le lecteur (2).

(1) C'est-à-dire le naphte dépouillé des huiles volatiles s'enflammant à une température de plus de 50 à 80° centigrades.

(2) Voir « Exposé de la question des renseignements techniques relatifs au graissage des locomotives », par E. Hubert, ingénieur en chef aux chemins de fer de l'État belge. Question XII-E de la session de Paris (1889) et question XV-D de la session de Saint-Pétersbourg (1892). L. W.

NETTOYAGE. — Le nettoyage des locomotives sur les chemins de fer russes (le même personnel restant attaché à la même machine) se fait, sous la responsabilité des chefs de dépôt et des mécaniciens, de la manière suivante :

a) Sur les locomotives chauffées au charbon et au naphte (ayant comme personnel le mécanicien et son aide), le nettoyage des pièces du mécanisme incombe à l'aide mécanicien, tandis que le nettoyage des autres parties de la locomotive, de même que celui du tender, se fait par une équipe spéciale de nettoyeurs du dépôt;

b) Sur les locomotives chauffées au bois et à la tourbe, où en plus du mécanicien et de son aide il y a encore un chauffeur, le nettoyage des diverses parties de la locomotive et du tender incombe à ce dernier, et les équipes de nettoyeurs ne prennent qu'une très petite part dans le nettoyage des locomotives; quant au nettoyage du mécanisme proprement dit, il doit être toujours exécuté par l'aide mécanicien.

Lorsqu'on a essayé sur les lignes russes l'emploi des équipes doubles ou multiples, le nettoyage des locomotives et des tenders se faisait par le dépôt et sous sa responsabilité.

On n'accorde pas de primes sur la consommation des matières servant au nettoyage, d'abord en raison de leur coût relativement insignifiant et aussi pour éviter un mauvais entretien des locomotives.

Les consommations normales sont déterminées suivant le parcours général des locomotives et sont déterminées soit en argent (sur la majeure partie des lignes), soit en quantités de matières.

Dans le premier cas, la dépense normale est fixée, selon le type des locomotives, de 1 r. 60 c. à 2 roubles par 1,000 verstes de parcours général, et dans le second cas, elle est déterminée de la manière suivante :

Par 1,000 verstes de parcours :	essence de térébenthine	de 3 à 4	livres.
—	—	huile	de 1 à 4.75	—
—	—	déchets de coton	de 7 à 9	—
—	—	étoupe	de 8 à 10	—
—	—	savon	de 1/4 à 1/3	—

7. — Alimentation des locomotives.

Conformément aux conditions techniques normales des chemins de fer, l'eau servant à l'alimentation des locomotives de chaque ligne doit être de bonne qualité et il doit en être de même pour l'eau mise à la disposition des employés et des voyageurs.

La quantité d'eau fournie pour les locomotives doit au moins pouvoir satisfaire aux besoins d'un nombre déterminé de trains pendant vingt-quatre heures (ce nombre différant pour chaque ligne). On recommande de préférence l'eau de rivière.

Le diamètre intérieur des tuyaux d'aspiration ne doit pas être inférieur à 100 millimètres, celui des tuyaux de conduite, à 150 millimètres; les tuyaux employés doivent avoir été coulés debout.

Pour amener l'eau, on peut employer des pompes à main, à vapeur, à pétrole, à air, à chevaux, etc. Les réservoirs à eau sont en tôles de fer et se trouvent soit dans les

bâtiments spéciaux, soit dans le hangar des locomotives, à une hauteur au-dessus des rails qui n'est pas inférieure à 8m54 (4 sagènes).

Tous les accessoires pour l'alimentation de l'eau doivent être construits de telle sorte que l'eau ne puisse pas geler dans les bacs et les colonnes. Dans les hangars des locomotives, il faut, autant que possible, que chaque emplacement de locomotive soit muni d'un robinet pour le lavage des chaudières et pour la consommation du personnel. La distance entre deux stations d'alimentation des locomotives doit être telle que la quantité d'eau contenue dans le tender suffise amplement à parcourir cette distance, et qu'une avarie momentanée influe, aussi peu que possible, sur le mouvement des trains.

Les machines à vapeur, principalement sur les lignes ouvertes depuis longtemps, sont du type ordinaire des machines : horizontales et verticales, pour la plupart à dilatation constante. Dans ces derniers temps, les châteaux d'eau nouvellement établis ou reconstruits ont été munis de pompes plus économiques, tant au point de vue de l'entretien que de la dépense de combustible. Elles sont des systèmes Worthington et Black, à simple effet; les pistons de la pompe et celui de la machine à vapeur sont sur une tige commune.

Le bâtiment des pompes se trouve souvent à de grandes distances du château d'eau; on établit alors des communications au moyen de signaux optiques ou électriques ou du téléphone. Quelquefois, on préfère employer l'eau des puits artésiens, comme, par exemple, sur les chemins de fer de Lozovo-Sébastopol, Orenbourg et Vladicaucase. Cette dernière ligne fait usage, en outre, de tenders munis de grands bacs à eau, afin de ne les alimenter qu'aux grandes étapes et de n'employer l'eau de mauvaise qualité que dans les cas exceptionnels, par exemple, dans les périodes de grands travaux ou en hiver. A cette dernière saison, la consommation augmente dans le rapport de 1 à 1.25 et même à 2.

Pour éviter l'engorgement des conduites, on a généralement soin de placer une crépine à l'extrémité inférieure du tuyau d'aspiration. Dans quelques stations où l'eau est de mauvaise qualité, on emploie des appareils pour l'épurer chimiquement (chemin de fer du Sud-Ouest, Kozlov-Voronège-Rostov, Sébastopol, Vladicaucase). Cette épuration de l'eau, par le procédé Béranger, revient aux chemins de fer du Sud-Ouest de 1 à 10 copecks par mètre cube.

Pendant la période de 1860 à 1870, les chemins de fer du Sud, construits dans des steppes où l'eau est très rare, devaient amener l'eau dans de grandes cuves ou dans des caisses en bois placées sur les quais des gares d'alimentation; il avait même fallu mettre des poêles en fonte dans ces caisses, pour empêcher l'eau de geler en hiver. Les grandes sécheresses de 1891 ont également obligé plusieurs lignes à amener l'eau qui leur était nécessaire d'une distance de 40 à 60 kilomètres; en hiver, ce transport s'effectuait dans des caisses à eau spéciales avec poêles en fonte à l'intérieur; sur la ligne de Syzrane-Viazma, par exemple, on a employé des citernes à pétrole munies de tuyaux à l'intérieur pour permettre de les chauffer à la vapeur.

La dépense générale des chemins de fer russes pour l'alimentation des locomotives, non compris les frais de transport de l'eau dans les cas indiqués ci-dessus, a été, en 1890,

de 1,195,351 k. 47 c. (cette somme ne comprend pas les frais de construction des bâtiments). La dépense moyenne s'élève :

Par 100 locomotive-kilomètres à	67.4	copecks.
— 100 train-kilomètres à	86.3	—
— 100 tonne-kilomètres	2.5	—

La quantité d'eau dépensée n'a pas été relevée sur toutes les lignes; parmi celles qui ont recueilli des données à ce sujet, les chemins de fer du Sud-Ouest, par exemple, ont dépensé en 1890, pour leurs locomotives, 3,297,897 mètres cubes d'eau, coûtant 146,231 r. 86 c., de telle sorte que 100 mètres cubes ont coûté 4 r. 43 c. et que la dépense d'eau pour 100 train-kilomètres s'est élevée à 19.7 mètres cubes.

Quelques lignes, en vue de déterminer la quantité d'eau dépensée et de régler les quantités de combustible correspondantes, ont établi, aux prises d'eau, des compteurs spéciaux. C'est ainsi que le chemin de fer Nicolas possède, dans un certain nombre de ses grandes gares, des compteurs à eau Kennedy. Sur la ligne de Rybinsk-Bologoé, le compteur à eau de l'ingénieur-technologue Kalinine donne d'excellents résultats.

8. — Réparation des locomotives.

Dépense générale. — Les dépenses de réparation et d'entretien des locomotives et tenders de tout le réseau ferré russe ont été, pour 1890, les suivantes :

Réparations des locomotives aux frais de l'exploitation	185,590 r. 34 c.
Grandes réparations de 1,759 locomotives avec tenders	5,925,557 r. 00 c.
Réparations courantes des locomotives et tenders	2,421,947 r. 07 c.
Réparations et remplacements des roues, essieux et bandages	1,012,749 r. 08 c.
Total	9,545,844 r. 48 c.

Ce qui représente :

Par 100 locomotive-kilomètres	5 r. 38 c.
— 100 train-kilomètres	6 r. 89 c.
— 1,000 tonne-kilomètres de poids brut	0 r. 20 c.

La réparation totale d'une locomotive coûte, en moyenne, 3.369 roubles, et comme 25 p. c. de la quantité totale des locomotives se trouvent annuellement en réparation, il faut en conclure qu'en moyenne chaque locomotive est réparée tous les quatre ans.

Dépôts et ateliers de réparation. — La réparation des locomotives et de leurs tenders se fait en partie dans les dépôts, en partie dans les ateliers de réparation que possède chaque ligne et, dans les cas exceptionnels, dans les usines privées qui s'occupent de la construction.

Les réparations courantes, la visite après chaque lavage de la chaudière, le changement des essieux, des coussinets, des boîtes à étoupes et de leur garniture, le changement de quelques pièces accessoires des longerons, etc., etc., se fait généralement dans les dépôts quand ils disposent des ressources nécessaires.

La plupart des lignes se divisent en sections d'une longueur de 180 à 250 verstes, au centre desquelles se trouvent les dépôts principaux, tandis qu'à leurs extrémités se

trouvent les dépôts secondaires de roulememt ou simples remises. Les grandes lignes, comme celles des chemins de fer du Sud-Ouest, par exemple, qui forment un réseau complet, tâchent de former de grandes divisions régionales, de 250 à 500 verstes, et les desservent, autant que possible, par un seul dépôt principal qui se trouve situé soit au centre, soit au point de jonction de plusieurs embranchements. Une ou deux lignes ont des sections ne dépassant pas 90 à 100 verstes et munies chacune d'un dépôt principal qui sert en même temps pour la section voisine de dépôt de roulement. Il en résulte que les divisions régionales de traction forment, dans la plupart des cas, des unités d'administration de moyenne importance et rarement des unités de très grande ou de très faible importance.

L'entretien des locomotives, sur les lignes de 100 à 450 verstes, se fait généralement dans les ateliers principaux de la ligne qui exécutent toutes les réparations; quant aux dépôts, même les plus importants, ils n'ont pas un outillage suffisant et n'entretiennent par conséquent qu'un petit nombre d'ouvriers. Ce système présente de grands avantages, car il permet, à une seule personne compétente et de confiance, de surveiller tout le matériel roulant de la ligne. Par contre, pour les grandes lignes, il n'a donné généralement que de mauvais résultats, parce qu'il entraîne une trop grande centralisation et empêche, dans ces conditions, l'Administration centrale de fonctionner régulièrement. Le plus grand nombre des lignes s'en tiennent donc au système de décentralisation, surtout là où l'eau est de bonne qualité et où il est possible de remettre les locomotives pour un long espace de temps, deux à six ans, sous la responsabilité du chef de dépôt principal; dans ce cas, les dépôts sont munis d'un outillage suffisant (tours, etc.).

Les dépôts principaux de ce genre, pour de grandes divisions de 250 à 500 verstes, ont aussi des ateliers montés pour faire les réparations moyennes des locomotives; il en résulte que ces sections rappellent les lignes indépendantes ayant une seule et même personne responsable du matériel roulant.

Toutes les autres réparations demandant un outillage spécial, ainsi que les grandes réparations, se font dans les grands ateliers, ou bien, comme il est dit précédemment, elles sont effectuées, dans les cas exceptionnels, dans les usines privées, mais dans ce dernier cas, les réparations coûtent deux ou trois fois plus cher.

Importance et genre des réparations. — En moyenne, environ 12 à 20 p. c. des locomotives se trouvent en réparation; cette proportion atteint quelquefois 25 p. c.

Les réparations et les dépenses qu'elles occasionnent dépendent en grande partie de la construction même des locomotives, de la durée de leur service, de leur construction plus ou moins semblable et de la qualité des matériaux employés à leur construction; mais il n'est pas douteux que le combustible et la qualité de l'eau aient une grande influence sur la durée de service des locomotives, surtout en ce qui concerne la chaudière, le foyer et les tubes à fumée. Sous ce rapport, ce sont le bois et la tourbe qui donnent les résultats les plus avantageux.

L'eau mauvaise, très dure, servant à l'alimentation des locomotives des chemins de fer du midi de la Russie, tels que ceux de Kozlov-Voronège-Rostov, de Vladicaucase, d'Orel-Griazi, de Koursk-Kharkov-Azov et de Kharkov-Nicolaïev, donne aux travaux

de réparation un caractère spécial, on y voit prédominer la réparation et le renouvellement partiel ou total des chaudières; il en est de même pour la partie inférieure des bacs à eau des tenders. A cette mauvaise influence de l'eau, il faut encore ajouter le pernicieux effet du chauffage au naphte et à l'anthracite (chemin de fer de Koslov-Voronège-Rostov) qui développent, il faut le croire, sur les parois de la boîte à feu, des températures beaucoup plus élevées que les autres espèces de combustible, et par cela même détériorent ces parois plus rapidement. Ces deux facteurs eux-mêmes nécessitent le changement des plaques tubulaires des chaudières tous les trois ou quatre ans; en outre, on peut constater des détériorations absolument spéciales, telles que : casse des entretoises à ancre maintenant le ciel du foyer, disparition complète, en trois ans, de toutes les têtes des boulons, des fermes d'entretoises et des têtes de rivets en général, et brûlure complète des bords recourbés des tôles du foyer. Enfin, il faut compter le remplacement partiel des tubes, après un parcours de 15,000 verstes, pour les locomotives à marchandises, suivi d'un remplacement total après un parcours de 25,000 à 30,000 verstes.

Par contre, sur les lignes comme celles de Dvinsk-Vitebsk, Nijni, Libau-Romny et de Poléssié, où l'eau est pure et où le chauffage se fait au bois, on ne change les tubes qu'après un parcours de 120,000 à 150,000 verstes et plus, réalisé par des locomotives à marchandises, et on n'enlève les dépôts produits dans les chaudières qu'après un parcours de 100 à 200 kilomètres, voire 500 kilomètres.

Le charbon du Donetz ainsi que celui du bassin polonais, contiennent toujours de 1.5 à 3 p. c. de soufre; aussi leur emploi est-il cause que les tubes en cuivre se détériorent plus vite que par le chauffage au bois. Le revêtement des foyers de locomotives avec des briques réfractaires, dans le chauffage au naphte, garantit les parois des foyers de l'effet direct des flammes, ce qui rend l'emploi des résidus de naphte préférable à celui de l'anthracite.

Il faut insister sur ce fait que, par suite de la nature du combustible et de la préférence accordée au cuivre sur l'acier par les ingénieurs des chemins de fer russes, la plupart des lignes ont les foyers de leurs locomotives exclusivement en cuivre, et que même les foyers en acier des locomotives construites en Amérique sont remplacés par des foyers en cuivre.

Primes. — Le parcours moyen des locomotives, entre deux grandes réparations, est très variable; en effet, en 1890, sur la ligne de Saint-Pétersbourg-Varsovie, ce parcours atteignait 162,608 kilomètres pour les locomotives à voyageurs et 133,808 kilomètres pour les machines à marchandises; sur la ligne de Nijni, le parcours était de 153,000 kilomètres pour les locomotives à voyageurs et de 127,400 kilomètres pour les machines à marchandises, tandis que sur les lignes du Sud-Ouest, il était, pour toutes les locomotives, de 168,150 kilomètres. Ces excellents résultats doivent certainement être attribués au système de primes, pour la bonne conservation et la réparation des locomotives, établi sur ces lignes.

Au point de vue de ces primes, les locomotives se divisent, dans la plupart des cas, en quatre catégories, suivant le parcours effectué depuis la dernière grande répara-

tion : le parcours de 50,000 à 60,000 verstes limite la première catégorie (suivant le type de la locomotive); celui de 60,000 à 100,000 verstes, la deuxième; celui de 140,000 verstes, la troisième, et au-dessus commence la quatrième catégorie. Sur la prime due, $^3/_7$ sont payés aussitôt après l'achèvement de la grande réparation, $^2/_7$ quand la locomotive passe en bon état dans la deuxième catégorie et $^2/_7$ quand elle parvient dans la quatrième catégorie.

Comme primes sur l'économie obtenue dans les grandes réparations des locomotives, comparativement aux crédits accordés, il a été payé, en 1890, par les chemins de fer suivants :

Catherine	5,229 r. 49 c
Transcaucase	55,318 r. 03 c.
Kozlov-Saratov	5,604 r. 82 c.
Kharkov-Nicolaïev	17,698 r. 86 c.
Kozlov-Voronège-Rostov	6,214 r. 39 c.
Koursk-Kharkov-Azov	21,625 r. 13 c.
Libau-Romny.	15,600 r. 00 c.
Lozovo-Sébastopol	3,133 r. 19 c.
Orel-Vitebsk	25,587 r. 40 c.
Sud-Ouest.	34,200 r. 00 c.

CHAPITRE III

Voitures et wagons.

Par MM. N. TSCHAIKOVSKY et B. SOUCHINSKY
INGÉNIEURS

---

1. — Aperçu historique.

En 1836, lors de la construction de la première ligne de chemin de fer russe (qui fut, comme l'on sait, celle de Saint-Pétersbourg à Pavlovsk, d'une longueur de 25 verstes ou de 26.6 kilomètres), on fit venir le matériel roulant d'Angleterre.

La ligne Nicolas, qui fut la seconde, fut pourvue d'un matériel de provenance russe, construit à l'usine Alexandrovsk (aux environs de Saint-Pétersbourg), qui appartenait alors à l'État. Ces voitures étaient du type américain, très longues et à deux bogies.

Jusqu'à l'époque de la fondation de la Grande Société des chemins de fer russes, et même quelque temps après cette époque, l'État et les entrepreneurs se contentaient de voitures de fabrication étrangère anglaise, française ou allemande.

Ces voitures, ainsi que celles de la Grande Société, étaient pour la plupart à compartiments séparés, d'une faible hauteur, à portes latérales et munies d'un marchepied extérieur, régnant sur toute la longueur de la voiture, afin de permettre la circulation des agents du train pendant la marche.

C'est aux ateliers de Kovrov de la ligne de Nijni-Novgorod (de la Grande Société) que revient l'honneur d'avoir organisé pour la première fois en Russie une installation modèle pour la construction des wagons. Recevant une grande quantité de commandes, aussi bien de la Grande Société que d'autres chemins de fer, ces ateliers développèrent tellement leur fabrication qu'ils se transformèrent en usine spéciale de construction. Malgré cela, ils ne purent suffire au besoin croissant de matériel neuf, et les compagnies de chemins de fer durent continuer à faire une partie de leurs commandes à l'étranger; elles s'adressaient de préférence aux usines allemandes.

Afin de favoriser la fabrication nationale des voitures et des wagons, le Gouvernement accorda, vers 1875, différents privilèges aux usines du pays; néanmoins, deux d'entre elles, appartenant à des particuliers, durent cesser leur fabrication. Actuellement, la situation de cette industrie est tout autre.

Il y a quinze ans encore, on importait de l'étranger des pièces telles que longerons

métalliques pour châssis, roues, bandages, voire des véhicules complets, tandis que maintenant, grâce aux progrès de la fabrication nationale et à l'application des droits d'entrée protégeant l'industrie indigène, les voitures ainsi que les wagons de toute espèce peuvent être construits en Russie exclusivement avec des matériaux russes.

Il est à remarquer, du reste, que certaines pièces de wagons, de provenance étrangère, mises en service sur les chemins de fer russes de 1870 à 1875, firent preuve d'un manque de solidité, bien que les essieux en fer, par exemple, eussent des dimensions convenables pour les fusées et les moyeux. Cette circonstance entraîna la publication, en 1877, d'un règlement interdisant pour les essieux en fer un parcours de plus de 300,000 verstes.

Plus tard, en présence des résultats des essais qui démontrèrent qu'aucune modification dans la structure du métal des essieux ne pouvait être décelée après un parcours de 300,000 verstes, ce règlement fut adouci en ce sens que les essieux en question, après ce parcours, ne pouvaient plus être placés sous les voitures à voyageurs.

L'aménagement des voitures et des wagons ainsi que leur service sont actuellement réglés par diverses instructions du Gouvernement, arrêtées pour la plupart à la suite d'études des conférences des ingénieurs du matériel roulant et de la traction. Ces instructions et règlements sont exposés plus loin dans le présent *Aperçu;* nous ne citerons donc immédiatement que ceux qui se rapportent aux fusées, aux bandages et aux ressorts pour toutes les catégories de voitures et wagons.

Pour la rédaction des règlements concernant les fusées et les bandages, on s'est servi de données statistiques recueillies par les conférences des ingénieurs spécialistes pendant les périodes : du 1er janvier 1883 au 1er janvier 1890 pour les essieux, et du 1er avril 1883 au 1er janvier 1888 pour les bandages. Les observations ont porté sur 1,105 ruptures d'essieux à froid, 5,391 ruptures de bandages et 71,868 desserrages de bandages.

Il a été reconnu au moyen de ces données que :

a) La probabilité relative de la rupture des fusées atteint les proportions suivantes pour les diamètres de :

82 millimètres et au-dessus,	81-82,	79-80,	77-78,	76,	75,	74,
1	7	33	60	227	620	7.680

b) La probabilité relative de la rupture des bandages atteint les proportions suivantes pour l'épaisseur de :

30 mill. et au-dessous,	33-35,	35-40,	40-45,	45-50,	50-55,	au-dessus de 55 mill.
11.0	8 9	5.5	3.3	2.7	6.4	1.0

c) La probabilité relative du desserrage des bandages atteint les proportions suivantes pour l'épaisseur de :

30 mill. et au-dessous,	30-35,	35-40,	40-45,	45-50,	50-55,	au-dessus de 55 mill.
12.8	11.7	7.5	4.7	3.0	1.4	1.0

Conformément aux résultats ci-dessus et à la condition que l'effort des fusées ne dépasse pas, pour les essieux des voitures, 5 kilogrammes par millimètre carré pour

l'acier et 4.5 kilogrammes pour le fer; et, pour les wagons, 6.25 kilogrammes pour l'acier et 5.25 kilogrammes pour le fer, le règlement suivant a été publié [1] :

I. — Dimensions minimums des fusées d'essieux.

Il est interdit de placer sous des voitures et dês wagons, circulant sur des voies ferrées, des essieux dont le diamètre minimum des fusées, dûment vérifié, soit inférieur aux dimensions indiquées dans le tableau *A* et la note *B*.

A. — *Tableau des dimensions des diamètres minimums pour les fusées des essieux en acier des wagons à deux essieux.*

LONGUEUR DE LA FUSÉE (EN MILLIMÈTRES).	1 Pour wagons portant 500 pouds.	2 Pour wagons couverts portant 610 pouds et plates-formes portant 750 pouds.	3 Pour wagons couverts portant 750 pouds et plates-formes portant 800 pouds.
	Diamètre minimum en millimètres.		
De 151 à 170	72	75	82
De 171 à 180	75	78	83
De 181 à 190	77	80	85
De 191 à 200	77	81	86
De 201 à 210	78	82	87
De 211 à 220	79	84	83
De 221 à 230	81	85	90

La vérification très exacte du diamètre des fusées s'opère obligatoirement après chaque rectification au tour, pendant la visite périodique des wagons, ainsi que dans tous les cas où les wagons ayant été levés pour une raison quelconque, les essieux en seraient séparés.

B. — *Observations au tableau A, donnant les dimensions minimums pour les fusées des essieux en acier des wagons à deux essieux.*

a) La charge et le poids mort du wagon étant également répartis sur les essieux, la pression maximum imprimée au rail par deux roues de chaque essieu de wagon (celui-ci restant immobile sur une voie horizontale), correspondant aux diamètres minimums des fusées indiqués dans les colonnes du tableau ci-dessus, ne peut dépasser, pour les essieux des wagons à marchandises :

a) 7,500 kilogrammes pour les fusées de la 1re colonne;
b) 8,400 — — 2e —
c) 9,750 — — 3e —

Lorsque la pression est superieure à celles indiquées, le diamètre minimum doit être augmenté en proportion.

[1] L'effort ou le travail des fusées a été déterminé en supposant que la charge soit uniformément répartie sur toutes les fusées et que la résultante passe par le milieu de la fusée, le poids des essieux n'étant pas compris dans le poids mort du wagon.

β) Pour les essieux des voitures, des wagons-poste, des fourgons à bagages et de tous autres wagons spéciaux, mis en circulation dans les trains de voyageurs, le diamètre minimum de la fusée doit être augmenté de 5 millimètres sur ceux indiqués au tableau, pour la même longueur des fusées et la même pression transmise aux rails par les deux roues de chaque essieu.

Si le diamètre de la fusée d'un fourgon à bagages ou d'un wagon spécial, circulant avec des trains à voyageurs, est reconnu comme ayant soit les dimensions du tableau A, soit une majoration de moins de 5 millimètres (à la longueur correspondante), le wagon en question ne devra porter que les deux tiers de sa charge normale.

γ) Les dimensions minimums des diamètres des fusées d'essieux en fer doivent être de 3 millimètres plus fortes que celles des fusées en acier (comparativement aux indications du tableau A ou des observations α et β à ce tableau).

δ) Dans la dénomination des wagons spéciaux admis à circuler avec les trains à voyageurs, sont compris les wagons couverts et découverts de tout genre, qui, sous le rapport de leur entretien, leur réparation et leur inspection, sont soumis aux règlements établis pour les voitures.

ε) Dans la dénomination de trains de voyageurs sont compris les trains transportant les voyageurs, à l'exception des trains mixtes.

II. — Dimensions minimums des bandages des roues pour voitures et wagons.

Il est interdit de faire usage, pour les véhicules circulant sur les lignes russes, de bandages dont l'épaisseur minimum à la circonférence de roulement, après une vérification précise, obligatoire :

α) Après chaque vérification des bandages au tour :

a) Sera reconnue inférieure à 30 millimètres pour les voitures, les wagons-poste, les fourgons à bagages et autres wagons spéciaux qui circulent avec les trains à voyageurs ;

b) Sera reconnue inférieure à 25 millimètres pour les wagons de marchandises ;

β) Pendant l'inspection du wagon et dans tous les cas où l'essieu serait séparé du wagon :

a) Sera reconnue inférieure à 27 millimètres (déduction faite des parties creuses et usées par le frottement) pour les voitures, les wagons-poste, les fourgons à bagages et autres wagons spéciaux qui circulent avec les trains de voyageurs ;

b) Sera reconnue inférieure à 22 millimètres (déduction faite des parties creuses et usées par le frottement) pour les wagons de marchandises.

Il résulte d'un rapport présenté à la Conférence des ingénieurs du matériel roulant et adopté par cette dernière, qu'en ce qui concerne les ressorts :

a) Il est nuisible pour la solidité des fusées d'y appuyer directement, sans intercalation d'une plaque élastique, des pièces pesantes telles que le balancier dans les bogies du système Pullmann. D'après les calculs approximatifs, l'accélération produite par le balancier est trente-deux fois plus grande que celle de la pesanteur.

b) L'accélération dans les mouvements d'oscillation des ressorts et les amplitudes de ces oscillations qui sont produites par les obstacles sont d'autant moindres que la flèche de la courbe statique des ressorts est plus grande (cette flèche est la distance verticale du goujon du ressort fléchi à la position qu'il occuperait dans sa position normale, en l'absence de charge); ainsi, faudrait-il employer, pour les voitures, des ressorts avec une courbe statique aussi grande que possible ;

c) Il faut renoncer à la fabrication des ressorts à lames multiples; par l'augmentation du nombre de ces lames, le travail du frottement s'accroît dans une très forte proportion et diminue la faculté du ressort d'adoucir les chocs; d'après un calcul approximatif des ressorts de voiture de 3e classe à onze lames, il a été reconnu que la pression du ressort sur la caisse du véhicule devient six fois plus grande par suite du frottement ;

d) Pour l'application de la double suspension avec des ressorts d'élasticité différente, il est indispensable que le ressort inférieur soit plus rigide, afin d'éviter un trop fort balancement latéral pendant la marche à grande vitesse. L'usage du second système de ressorts doit être exclu.

e) Pour éviter l'excès du poids des ressorts, qui augmente la force des acoups contre la fusée, les ressorts ne doivent pas être trop longs, car, toutes conditions égales, d'ailleurs, le poids des ressorts augmente proportionnellement à la 4e puissance de leur longueur.

f) Pour éviter la transmission directe des chocs à la caisse du véhicule par l'intermédiaire des plaques de garde des boîtes à graisse, on doit laisser un jeu suffisant entre la coulisse de la boîte à graisse et la plaque de garde.

2. — Voitures.

Considérations générales. — En raison des grandes distances qu'un voyageur peut avoir à parcourir sur les chemins de fer russes et du climat rigoureux du pays, nos voitures, sans présenter encore un type spécial, diffèrent d'une façon notable de celles de l'Europe occidentale par certaines particularités, et, principalement, par leurs couloirs longitudinaux.

Déjà avant 1870, les usines allemandes avaient commencé à construire, sur la demande des chemins de fer russes, des voitures à couloirs longitudinaux, avec des coupés séparés pour les voyageurs de 1re et de 2e classe, aménagés de manière à permettre de se coucher la nuit, et ayant une hauteur de caisse plus grande que d'ordinaire; cette hauteur s'est encore augmentée, lorsqu'on a muni les toits des voitures de lanterneaux vitrés, régnant sur toute leur longueur.

Conformément aux conditions des commandes faites par l'État, il a été imposé : de ménager des tambours intérieurs près de toutes les portes d'entrée (excepté près de celles donnant passage sur les plates-formes couvertes aux extrémités des voitures); de fixer le nombre des places de voyageurs à trois pour la 1re classe et à quatre pour la 2e et la 3e classe, dans le sens de la largeur du wagon; d'adopter des dispositifs permettant aux voyageurs de 1re et de 2e classe de dormir sans quitter leur place; de faire des parois, des planchers et des plafonds doubles, les parois et le plafond ayant un revêtement en tôle, et le plancher étant muni de feutre, interposé entre deux voligeages.

En ce qui concerne le châssis de la voiture, on exigeait pour les poutres servant de longerons du châssis, pour les poutrelles transversales, diagonales et de tampons, la même qualité de fer que pour celles des wagons à marchandises; la longueur des longerons des châssis des voitures était de $10^{m}668$; celle des longerons des wagons à marchandises, de $10^{m}058$; la traverse de tampon pour les voitures de $2^{m}667$ et pour les fourgons à bagages, de $3^{m}048$.

En outre, il a été imposé que les roues, les essieux et les boîtes à graisse des voitures aient les mêmes dimensions que les pièces analogues des wagons à marchandises, avec un jeu transversal de 44 millimètres pour l'essieu du milieu d'un wagon à trois essieux; que les dimensions des appareils de choc et d'attelage soient les mêmes que celles des wagons à marchandises; on ne devait employer que de l'acier pour la fabrication des ressorts de suspension, à la condition que la corde des ressorts pour les voitures vides

soit de 1m83 pour les voitures de 1re et 2e classe, et de 1m675 pour celles de 3e classe et les wagons de marchandises.

La quantité des lames de ressorts était déterminée par la condition que leur tension ne dépassât pas 50 kilogrammes par millimètre carré; c'est pour cela que les ressorts ont été projetés à neuf lames.

La carcasse de la caisse devait être faite en chêne et en frêne et son revêtement en pin.

Les hivers rigoureux et la longue durée de la présence des voyageurs dans les voitures pendant les déplacements à grande distance ont motivé les règlements suivants:

a) Les voitures en construction doivent avoir des caisses d'une hauteur qui ne soit pas inférieure à 2m597 au milieu, et à 2m490 près des parois latérales.

Les dimensions minimums de l'intérieur des voitures sont fournies par le tableau suivant :

CLASSES DES VOITURES.	DISTANCE entre les bords des sièges	DISTANCE entre les cloisons.	Profondeur des sièges du bord extérieur du coussin à l'axe de la cloison.	Largeur des sièges (les bras compris) par voyageur.	Distance entre les sièges opposés.
	Millimètres.	Millimètres.	Millimètres.	Millimètres.	Millimètres.
1re classe	0.610	0.635	0.700	0.736	0.610
2e —	0.559	0.610	0.610	0.584	0.559
3e —	0.559	0.584	0.432	0.559	0.559

En outre :

Longueur totale extérieure de la voiture, les plates-formes d'entrée comprises.	11 mètres.
Largeur extérieure de la caisse au niveau des sièges	3m200
— de la partie inférieure de la caisse	3m100-3m200
Hauteur du toit au-dessus des rails au milieu de la voiture	3m895
Largeur des plates-formes d'entrée aux extrémités de la voiture	0m717
Longueur extérieure des caisses (non compris les plates-formes)	9m410

b) Toutes les voitures doivent être chauffées; celles de 1re et de 2e classe, au moyen de la vapeur ou de l'eau chaude;

c) La ventilation doit être assurée à toutes les voitures à raison de 10 mètres cubes d'air expulsé par heure et par voyageur.

En raison des incendies survenus dans les trains et ayant entraîné mort d'hommes, un règlement a été publié relativement aux mesures à prendre pour prévenir le retour de ces catastrophes. Les mesures les plus importantes sont : l'interdiction de l'emploi des huiles minérales pour l'éclairage; l'obligation de garnir de feutre et de tôle de fer les cabines où sont placées les chaudières pour le chauffage à la vapeur et à l'eau chaude; défense d'employer la ouate pour le capitonnage des voitures ainsi que les nattes en fibres de cocotier comme tapis.

En ce qui concerne la douceur de la marche des voitures, on a utilisé les résultats recueillis par les différentes Conférences des ingénieurs du matériel roulant et de la traction et l'on est arrivé aux conclusions suivantes :

a) Les voitures à trois essieux acquièrent une marche douce lorsque le porte-à-faux au delà des essieux extrêmes est de 2m790; la distance entre les essieux extrêmes, de 5m650; la largeur de la caisse, de 3m278 et sa hauteur de 2m920;

b) La valeur du jeu entre les plaques de garde et les rainures des boîtes à graisse peut varier sans influencer la douceur de marche des voitures, entre les limites suivantes : pour les essieux extrêmes de $^1/_2$ à 12 millimètres, pour l'essieu du milieu de $^1/_2$ à 38 millimètres dans le sens de la longueur; de 1.5 à 5 millimètres pour les premiers et de 2 à 5 millimètres pour le second dans le sens de la largeur.

Les jeux admis dans les voitures du chemin de fer de Moscou-Riazane sont les suivants : dans le sens de la longueur, 34 millimètres pour les essieux extrêmes et 48 millimètres pour celui du milieu; dans le sens de la largeur, 24 millimètres; on observe en plus que les boîtes à graisse soient invariablement liées aux ressorts et que les suspensions soient construites exactement d'après le dessin type;

c) Des différences de charge sur les fusées d'un même essieu, jusqu'à 30 pouds, sont sans influence sur la douceur de la marche des voitures.

Afin d'arriver à une marche douce et de diminuer la résistance au passage des courbes, l'ingénieur Noltein a appliqué une nouvelle disposition de ressorts et de leurs suspensions dans les voitures neuves ou reconstruites du chemin de fer de Moscou-Kazane.

Dans ce dispositif, les brides de ressorts sont solidement calées aux boîtes à graisse, chacune de ces dernières supportant trois ressorts; la charge de la caisse se transmet à ces ressorts par des consoles, suspendues à la caisse au moyen de ressorts à boudin. La largeur de l'étrier de la boîte à graisse est de 48 millimètres pour les essieux du milieu et de 34 millimètres pour les essieux extrêmes. L'application de triples ressorts garantit leur élasticité et leur douceur, grâce au frottement insignifiant dû au petit nombre de lames. Le déplacement des essieux dans le sens transversal est assuré par la suspension des ressorts au moyen de bagues.

Types des voitures. Voitures des différentes classes. — Les types des voitures sur les chemins de fer russes dépendent intimement des exigences du confort. Les voyages en chemin de fer en Russie ont nécessairement suscité de grandes exigences de confort dans l'installation intérieure des voitures, à cause des distances considérables séparant les centres peuplés et de la vitesse relativement faible des trains. Il est reconnu aujourd'hui que la Russie a surpassé tous les autres États européens dans la satisfaction de ces exigences. C'est aux chemins de fer russes que revient l'initiative d'avoir muni les voitures des grandes lignes de cabinets de toilette et de water-closets; ce sont eux aussi qui ont introduit des dispositifs permettant au voyageur de dormir en wagon, ce qui constitue l'un des éléments essentiels du confort pendant les longs trajets. Même pour la création des wagons spéciaux, dits wagons-lits, la Russie a devancé les autres pays. Il suffit de rappeler que le premier wagon-lit fut mis en service sur la

ligne Nicolas le 11 août 1866. Cette voiture présentait des dispositions spéciales pour se coucher, et du linge de lit, des oreillers, etc., y étaient fournis aux voyageurs.

Les voitures des chemins de fer russes peuvent être divisées en trois catégories : la première comprend les voitures aménagées spécialement pour pouvoir se coucher; la seconde, celles qui, tout en permettant aux voyageurs d'être à l'aise pour dormir, n'ont pas d'installations spéciales à cet effet (voitures à divans); et enfin, la troisième comprend toutes les autres voitures.

Voitures a divans. — Les voitures de la deuxième catégorie apparurent avant celles de la première; elles peuvent, d'une façon générale, être appelées *voitures à divans;* celles qui furent d'abord mises en service sont les voitures dites *de famille*, de la ligne Nicolas.

Les voitures de ce type se composaient de plusieurs coupés de grandeurs différentes, avec des entrées séparées, pourvues de divans dans le sens longitudinal ou transversal. L'usage de ces coupés s'obtenait moyennant un supplément de payement; les voyageurs y étaient logés plus spacieusement que dans les voitures de 1re classe; de plus, ils avaient chacun suffisamment de place pour se coucher complètement ou à demi.

Ce type de voitures n'est plus usité, par suite de ce que le Ministère des voies de communication a exigé des couloirs longitudinaux sur toute la longueur de la voiture.

Les voitures sans couloirs ne se voient plus à présent que sur de petites lignes de chemins de fer faisant le service de banlieue.

L'introduction des couloirs longitudinaux amena des modifications dans le type des voitures à divans, et le nombre des places pour se coucher y devint moindre que celui des sièges pour voyageurs. Pour écarter cet inconvénient, on plaça dans les voitures, outre les divans, des chaises et des fauteuils simples ou à siège mobile; en les rapprochant, on pouvait former une espèce de divan.

Les voitures dans lesquelles existaient les coupés de ce genre étaient réservées aux voyageurs de 1re et de 2e classe. En ce qui concerne la 3e classe, elle comprenait des voitures à couloir central avec bancs à deux places, disposés transversalement de chaque côté du couloir et fort incommodes. Ces dernières furent modifiées : on disposa des bancs le long des parois extérieures et au milieu de la voiture longitudinalement. Cette dernière disposition présentait cependant un grave inconvénient : le passage entre les bancs était trop étroit; chaque voyageur, nouvellement arrivé ou désirant changer de place ou quitter la voiture, devait inévitablement déranger les autres, de sorte que la circulation dans le sens de la longueur du train était considérablement gênée.

Pour cette raison, à partir de 1880, ce genre de voitures ne fut plus employé sur les lignes à voie normale que pour le transport des voyageurs de 4e classe ou des troupes. Les voitures de ce genre sont utilisées, par exemple, sur la ligne Nicolas au printemps et en automne, pour le transport des ouvriers arrivant à Saint-Pétersbourg et à Moscou pour les travaux d'été, ou s'en retournant dans leurs villages.

Pour remplacer cette installation gênante, on revint à des voitures à bancs transversaux de longueur différente, c'est-à-dire que tout en conservant les mêmes quatre places dans le sens transversal de la voiture, on disposa un banc à trois sièges et l'autre à un

siège seulement. Cette disposition est employée jusqu'à présent dans toutes les voitures de 3e classe; les bancs à un siège dans les voitures de 1re et de 2e classe ont parfois leur siège mobile, afin de pouvoir les allonger pour s'y coucher.

Les voitures à divans sont considérées, en général, comme peu commodes, parce que les voyageurs ne peuvent que rarement profiter des divans pour se coucher, seulement quand il y a peu de places occupées. Lorsqu'il y a beaucoup de voyageurs, les nouveaux arrivants provoquent de la part de ceux qui occupent déjà leurs places des murmures et des plaintes sur l'encombrement des voitures.

C'est en raison de ces motifs qu'est venue l'idée de munir les voitures à divans d'installations spéciales pour le couchage.

Voitures ayant des installations spéciales pour le couchage. — Le principe de ces installations consiste dans l'aménagement de sièges avec dossiers mobiles pouvant se rabattre; c'est la disposition la plus répandue en Russie: on la rencontre sur beaucoup de lignes de l'État ou des compagnies privées. Toute différence apparente consiste dans le mode d'attache des dossiers dans la position horizontale.

Les dossiers, suspendus aux cloisons transversales, tournent sur des charnières; en position horizontale, le dossier est soutenu soit par des lanières fixées au plafond et au bord extérieur du dossier, soit par des consoles fixées à la cloison, soit, enfin, par des mentonnets en forme de crochets, dissimulés dans les entailles des parois longitudinales. Pendant le jour, les consoles sont appliquées contre la cloison et recouvertes par le dossier rabaissé.

Pour augmenter la distance verticale entre les places supérieures et inférieures, on aménage parfois un mécanisme, au moyen duquel on fait descendre le banc ou bien on fait monter le dossier.

Le premier procédé consiste en ce que des coulisses sont pratiquées dans les parois longitudinales de la voiture; dans ces coulisses glissent des mentonnets fixés au banc. En outre, ce dernier est suspendu à la cloison par deux lanières; en allongeant ou en raccourcissant ces dernières, on retient le banc à la hauteur voulue.

Le second procédé consiste en un mode spécial de suspension du dossier. L'une des brides est munie d'un tenon portant une lame de fer, qui est fixée par son autre extrémité à la paroi de la voiture.

A cette même catégorie de voitures se rattachent aussi les voitures à fauteuils ou à fauteuils-lits, qui firent leur apparition vers 1870.

Les premières voitures à fauteuils-lits étaient à trois essieux; il en existe aujourd'hui à quatre essieux, à bogie.

Chaque fauteuil, en se dépliant, forme une couchette très commode.

Il existe des fauteuils-lits de différents systèmes; les plus nouveaux sont ceux de Jalovetsky et de l'usine Russe-Baltique. Les fauteuils de Jalovetsky sont commodes, grâce à la facilité de la manœuvre qui les transforme en couchettes : on n'a qu'à faire tourner une manivelle; mais à cause de la complication de leur mécanisme et de la négligence des agents des trains, ces fauteuils exigent souvent des réparations.

Le fauteuil de l'usine Russe-Baltique est beaucoup plus simple, car il ne se compose

que d'une caisse (ou tiroir) contenant un matelas. Des voitures de ce genre sont actuellement exploitées sur plusieurs lignes de chemins de fer.

Ces voitures ont la faveur du public; malheureusement, il est impossible de construire sur ce type des voitures de classes inférieures, à cause du nombre restreint de voyageurs qui peuvent s'y placer, ce qui les rendrait fort désavantageuses pour l'exploitation. Les voyageurs peuvent faire usage des fauteuils-lits sans devoir payer de supplément.

Il nous reste encore à signaler une nouvelle installation de couchage, système de l'ingénieur Gunzbourg, pour les voitures de 3e classe; ce système a l'avantage de pouvoir être appliqué dans toute voiture ordinaire de 3e classe, sans diminuer le nombre des places.

Les voitures, aménagées d'après ce système, ont un couloir central; de chaque côté de ce dernier, il y a des compartiments à deux bancs et à quatre places, séparés par des cloisons. A l'un des bancs sont attachées à l'aide de charnières deux planches; en rabattant ces dernières sur le rebord du banc opposé, on obtient deux couchettes. Les deux autres sont obtenues au second étage, à l'aide de quatre planches, suspendues par des charnières aux parois; les deux planches opposées, étant placées horizontalement, forment une couchette pour un voyageur. Ce système a été expérimenté sur le chemin de fer Transcaspien, mais aujourd'hui il y est abandonné; actuellement, il est mis en essai sur la ligne de Kharkov-Nikolaïev [1].

WAGONS-LITS. — Sur certaines lignes, telles que les lignes Nicolas, Novgorod (à voie étroite), Saint-Pétersbourg-Varsovie, Sud-Ouest, il y a des voitures spéciales, aménagées suivant le système des voitures à divans, mais comprenant des dispositifs de couchage; ces voitures, dites *wagons-lits*, se composent spécialement de coupés, occupés entièrement chacun par un voyageur moyennant un payement supplémentaire.

Quant aux différents dispositifs installés dans des voitures ordinaires et décrits plus haut, leur emploi n'entraîne aucune augmentation de payement, mais l'administration ne fournit point le linge des lits à ceux qui s'en servent.

Les voitures-lits mentionnées plus haut se rapportent également à la dernière catégorie.

Le 16 juin 1864, la ligne Nicolas étant encore exploitée par l'État, un contrat fut passé entre celui-ci et la compagnie : « Bremme, Guivartovsky, Levestamm et Pakhitonov », relativement à l'entretien des wagons-lits sur cette ligne.

La durée du contrat a été fixée à 12 ans, à partir du jour où serait terminée la construction de la première série de 30 voitures-lits, l'époque de leur livraison étant fixée à 18 mois au plus, après le jour de la signature du contrat.

Les dépenses occasionnées par la construction de ces voitures, leur entretien, leur

---

[1] Les dessins et la description de cette installation ont paru dans le *Journal du Ministère des voies de communication*, mai-juin 1891; *Organ für die Forschritte des Eisenbahnwesens*, 1891, IV; *Revue générale des chemins de fer*, avril 1891; *Engineer News*, 1893, vol. XXX, n° 39; *The Railroad carriages Journal*, 1893, vol. III, n° 14; *The Railway Review*, vol. XXXIII, n° 44; la description la plus complète et la plus détaillée a été insérée dans le journal *Géliesnodorojnoë Diélo* (Domaine des chemins de fer), 1892, n° 43-44.

réparation, l'entretien du personnel, ainsi que celles résultant de l'impression des billets et des annonces, devaient être remboursées par le gouvernement aux entrepreneurs à l'aide d'un versement fait à ces derniers s'élevant à 2 roubles par voyageur de 1re et de 2e classe et 1 r. 50 c. par voyageur de 3e classe pour toute la longueur de la ligne.

A l'expiration de ces douze années, les voitures devenaient propriété de l'État.

En réalité, les voitures-lits ne commencèrent à circuler, avec les trains-poste, qu'au mois d'août 1866, et avec les trains de voyageurs, qu'au mois de décembre 1867.

Lors du transfert de l'exploitation de la ligne Nicolas à la Grande Société des chemins de fer russes en 1868, il n'a été construit et mis en circulation que 19 voitures-lits.

En raison des embarras considérables et des inconvénients inhérents au contrat dont il s'agit (tels que la gérance directe des wagons-lits par les entrepreneurs, les discussions concernant la composition du train, etc.), la Grande Société se décida à racheter toute l'entreprise à la Compagnie. Le rachat eut lieu le 24 juin 1872, moyennant une somme de 528,000 roubles.

Les voitures-lits étaient de trois classes, du système américain, à bogies.

Les voitures de 1re classe se composaient de cinq compartiments, contenant chacun 6 places de jour et 4 de nuit, et d'un compartiment-salon à 12 places de jour et à 6 de nuit.

Les voitures de 2e classe avaient des compartiments beaucoup plus courts, ce qui donnait la possibilité de placer un rang de divans dans le couloir. Les compartiments comprenaient quatre couchettes dans le sens transversal et une dans le sens longitudinal.

Les voitures de 3e classe différaient de celles de 2e en ce que leurs compartiments comprenaient deux couchettes longitudinales, et que les places dans le couloir étaient à deux étages.

Une pareille installation procurait un nombre maximum de places de couchage, ce qui était très avantageux pour l'exploitation; mais à cause de l'encombrement, les secondes places des compartiments de 3e classe furent supprimées à la fin de 1869.

Ces voitures étaient encore en circulation jusque dans ces derniers temps. Quant aux voitures-lits actuellement en usage, il suffit de mentionner celles à divans en service sur la ligne Nicolas pour les trois classes et sur les lignes des chemins de fer du Sud-Ouest.

En 1891, une commande a été faite à l'usine Baltique par le chemin de fer Nicolas; elle consistait en wagons-lits à 8 roues sur bogies à 4 roues, comprenant une voiture de 1re classe, une de 2e et quatre de 3e, au prix de 19,300 roubles par voiture de 1re classe, 14,180 roubles par voiture de 2e classe et 11,100 roubles par voiture de 3e.

Les dimensions de voitures de chaque classe sont les suivantes :

1. Longueur de la voiture sans tampons			16m936
2. Largeur extérieure de la voiture (consoles comprises)			3m100
3. Largeur intérieure	—		2m850
4. Épaisseur des parois	—		0m113
5. Hauteur intérieure	—	aux parois	2m490
6. —	—	au milieu	2m540

Les voitures sont toutes construites d'après le même type; elles sont divisées en coupés, qui donnent dans un même couloir latéral, allant d'un bout du wagon à l'autre. Les voitures de classes différentes ne se distinguent que par leur agencement intérieur.

Chaque coupé comprend deux divans à dossier mobile; il est destiné à quatre voyageurs. Chaque voyageur a droit à une literie complète.

Le payement supplémentaire pour le droit de couchage s'élève à 15 p. c. du prix du billet de parcours. Néanmoins, ces voitures sont peu avantageuses pour l'exploitation, car une voiture pesant 2,000 pouds ne peut donner place qu'à vingt-huit voyageurs; elles ne peuvent être utilisées que par des compagnies riches.

L'agencement des divans et de leurs dossiers dans les voitures de 1re classe mérite une mention spéciale. Les uns et les autres sont tournants. Leurs faces inférieures sont formées par des sommiers élastiques, sur lesquels on pose des matelas; on obtient ainsi de véritables lits très confortables.

Sur l'embranchement de Kiev et sur la ligne principale des chemins de fer du Sud-Ouest, entre les stations Kazatine et de Brest, il y a en circulation 6 wagons-lits de 1re classe, comprenant des coupés.

Ces wagons-lits ne sont que des voitures ordinaires de l'usine Elbing mises en service en 1877 et 1878 et transformées ensuite. Leurs principales dimensions sont :

1. Longueur de la voiture sans tampons	9m513
2. Largeur extérieure de la voiture	2m957
3. — intérieure —	2m809
4. Épaisseur des parois	0m110
5. Hauteur intérieure aux parois	1m990
6. — au milieu	2m600

A partir du 1er mars 1888, la circulation des voitures de la Compagnie internationale des wagons-lits a été autorisée entre Saint-Pétersbourg et Varsovie; puis, le 6 mai 1892, ces wagons furent introduits sur les lignes de Saint-Pétersbourg à Viérjbolovo (Wirballen) et de Moscou à Nijni-Novgorod.

Les points principaux du contrat avec la Grande Société sont les suivants :

La Compagnie internationale fournit huit wagons de 1re classe pour la circulation entre Saint-Pétersbourg et Varsovie et huit wagons pareils pour la circulation entre Saint-Pétersbourg et Viérjbolovo. En outre, la Compagnie internationale fait pour la dernière ligne l'acquisition de huit wagons-lits, appartenant au chemin de fer Pétersbourg-Varsovie, qui seront destinés aux voyageurs de 2e classe.

Les wagons-lits de la Compagnie internationale feront partie des trains désignés par la direction du chemin de fer.

Pour tout manque d'un wagon de la Compagnie internationale dans un train désigné par la direction du chemin de fer, une amende de 25 roubles sera infligée à la Compagnie.

Chaque wagon-lit est conduit par le personnel de la Compagnie. Ce personnel doit pouvoir s'expliquer librement en langue russe; il est tenu, en plus, de connaître le fonctionnement des freins et les signaux convenus pour arrêter le train.

L'entretien et le service intérieur du wagon-lit sont à la charge du personnel de la Compagnie internationale; l'entretien de l'extérieur du wagon est à la charge du chemin de fer.

La Compagnie reçoit un payement supplémentaire par voyageur :

	1re classe.	2e classe.
De Saint-Pétersbourg à Eidkuhnen . .	8 roubles 13 copecks.	5 roubles 63 copecks.
— à Vilna	6 — 00 —	4 — 50 —
De Vilna à Varsovie	4 — 00 —	3 — 00 —

La Compagnie internationale paye sur cette recette une taxe de 25 p. c. à l'État.

Le voyageur muni d'un billet de parcours de 1re classe a droit à deux places dans un wagon-lit, moyennant le supplément ci-dessus fixé.

La Compagnie internationale est tenue de servir du thé et du café aux voyageurs, qui en feraient la demande, aux conditions d'un tarif approuvé.

En cas d'avarie à la voiture de la Compagnie internationale au cours du voyage, le prix des places dans la voiture en question doit être remboursé aux voyageurs.

Les réparations des voitures sont réparties comme suit :

Les réparations intérieures se font au compte de la Compagnie internationale, les réparations extérieures, pour la ligne Saint-Pétersbourg-Viérjbolovo, au compte de la Compagnie et pour la ligne de Saint-Pétersbourg-Varsovie, au compte du chemin de fer.

Toutes les pièces de rechange sont fournies dans tous les cas par la Compagnie internationale.

La traction des voitures de la Compagnie internationale dans les trains se fait gratuitement; mais pour compenser les frais de la Grande Société résultant du passage de l'exploitation des wagons-lits à la Compagnie internationale, cette dernière payera annuellement à la Grande Société 1.150 roubles; lorsque le revenu brut annuel de la Compagnie internationale aura dépassé 60,000 roubles, la Grande Société touchera, en plus des 1,150 roubles mentionnés, 25 p. c. sur l'excédent des 60,000.

Le contrat est valable pour quinze ans à partir du jour de la mise en circulation des wagons-lits; il peut être prorogé, à l'expiration de ce délai, par période de six ans aux mêmes conditions que ci-dessus.

La Grande Société se réserve le droit de rachat de l'entreprise à un moment donné.

La circulation des wagons-lits de la Compagnie internationale a été également introduite dès 1892 au chemin de fer de Moscou-Brest.

Le contrat avec la Société du chemin de fer de Moscou-Brest diffère de celui ci-dessus par les paragraphes suivants :

Les wagons mixtes de 1re et de 2e classe seront construits exclusivement en Russie; la quantité de wagons est fixée par une entente commune entre le directeur de la ligne et la Compagnie internationale.

Les wagons-lits ne font partie que des trains directs; quant à l'augmentation du nombre des trains où doivent figurer les wagons-lits, elle ne peut avoir lieu qu'à la suite d'une entente commune et dans un délai de huit mois.

La Compagnie internationale paye pour le transport des voyageurs la taxe établie par l'État; dans la première année de la circulation de ses wagons, elle reçoit le payement supplémentaire :

Pour le parcours Moscou-Brest-Varsovie ou vice versa	5 roubles en 1re	et 4 roubles en 2e classe.
Pour le parcours Moscou-Smolensk ou vice versa ainsi que Smolensk-Brest-Varsovie ou vice versa.	3 —	2 —

Pour les années suivantes, les chiffres de la redevance pour le transport dans des wagons-lits seront réglés dans l'ordre prescrit par le § 4, article 8 du règlement du Conseil des chemins de fer.

Sur le montant des recettes supplémentaires de la Compagnie internationale, celle-ci paye au chemin de fer de Moscou-Brest : les trois premières années, 10 p. c.; les trois années suivantes, 15 p. c., et, enfin, les six dernières années de la durée de ce contrat, 20 p. c.

Le voyageur de 2[e] classe n'a droit de prendre qu'une seule place de couchage. Les réparations extérieures se font au compte du chemin de fer.

La Compagnie internationale reçoit du chemin de fer de Moscou-Brest le combustible gratuitement et le gaz d'éclairage au prix coûtant.

La construction des wagons-lits de la Compagnie internationale ne diffère en rien de celle des voitures de la même Compagnie circulant à l'étranger.

Pour donner une idée plus complète des voitures russes des diverses classes au point de vue technique, il suffit de citer encore ici les types suivants :

Voitures de 1[re] classe. — *Type 1.* — Aux deux extrémités de la voiture se trouvent des plates-formes couvertes; le couloir divise la voiture en deux parties, de sorte qu'il y a deux places d'un côté et une de l'autre; la voiture comprend vingt-quatre places, dont quatre dans un coupé séparé; le water-closet et le poêle occupent le milieu de la voiture. Toutes les places sont disposées pour pouvoir dormir.

Type 2. — Voiture à trois essieux. Distance entre les essieux extrêmes, 6[m]400; hauteur au milieu, y compris le lanterneau vitré, 4[m]100, à compter de la surface supérieure du rail; hauteur intérieure, 2[m]200 à 2[m]326; les quatre compartiments comprennent vingt-quatre places; aux extrémités de la voiture se trouvent le water-closet et le cabinet de toilette; les parois, le plancher et le plafond sont doubles; dossiers des sièges et sièges mobiles; chauffage au moyen de la vapeur de la locomotive.

Type 3. — Voiture à trois essieux. Distance entre les essieux extrêmes : 6[m]400; hauteur de la voiture au milieu : 3[m]562; une moitié de la voiture est occupée par un salon, et l'autre par un compartiment à quatre places et par huit sièges; le poêle et le water-closet sont au milieu de la voiture.

Type 4. — Voiture à huit roues, sur deux bogies Pullmann; plancher, plafond et parois doubles; lanterneau vitré sur toute la longueur de la voiture. La voiture comprend trois grands et deux petits coupés, à vingt-quatre places en tout, avec arrangements pour se coucher; aux extrémités de la voiture sont disposés un compartiment de service, deux cabinets de toilette et deux water-closets; chauffage à l'eau chaude.

Type 5. — Identique au précédent par son installation intérieure et sa construction; diffère seulement du type 4 parce que les coupés ne contiennent que quatre places au lieu de six; chauffage à la vapeur; éclairage au gaz.

Les voitures les plus légères sont du type anglais (sur la ligne Dvinsk-Vitebsk); elles pèsent 32 pouds par place, tandis que les voitures ordinaires de 1[re] classe à trois essieux pèsent environ 40 pouds par place.

Voitures mixtes de 1[re] et de 2[e] classe. — Ce genre de voitures ne présente aucune particularité technique remarquable; on peut cependant en citer quelques types :

Type 1. — Voiture à trois essieux, construite pour le service du chemin de fer Riga-Dvinsk. Contient 9 places de 1[re] et 16 places de 2[e] classe; dans la 1[re] classe, 6 places permettant de se coucher; il s'y trouve un lavabo et un water-closet; chauffage à la

vapeur; distance entre les essieux extrêmes : 6^m400; hauteur de la caisse aux parois : 2^m170; hauteur au milieu : 3^m55 à partir de la surface supérieure du rail; plancher et plafond doubles; plates-formes couvertes.

Type 2. — Voitures du chemin de fer de l'Oural. Longueur de la caisse, les plates-formes comprises : 14^m800, et de la caisse seule : 12^m940; largeur : 3^m200. Hauteur du lanterneau vitré du milieu au-dessus des rails : 3^m895. La voiture comprend 18 places de 1re classe, réparties en trois compartiments, et 23 places de 2e classe; le châssis sur deux bogies; distance entre les essieux consécutifs : 2 mètres, et entre les centres des bogies : 9^m600; couloir latéral en 1re; en 2e : 3 places d'un côté du couloir et 1 de l'autre; au milieu du wagon, une cabine est réservée pour les appareils de chauffage ($0^m750 \times 1^m270$); à l'extrémité de la partie occupée par la 1re classe, se trouve un cabinet d'aisance. Poids du wagon : 1,681 pouds.

Type 3. — La voiture du chemin de fer de Moscou-Brest se distingue par sa disposition intérieure spéciale. Elle est à trois essieux. Distance entre les essieux extrêmes : 6^m400; hauteur extérieure, 3^m885 (au milieu); hauteur intérieure : 2^m100 à 2^m430; outre les ressorts ordinaires de suspension, il y a encore des ressorts en spirale sous la caisse sur les côtés; en plus des portes aux extrémités de la voiture, il y en a encore au milieu de chaque paroi latérale; les deux coupés de 1re classe contiennent 12 places, et les trois de la 2e en ont 18. Dans la 1re classe, les dossiers des sièges sont mobiles et servent à former des couchettes supérieures. Éclairage au gaz d'après le système Pintch; chauffage à l'eau chaude.

VOITURES DE 2e CLASSE. — *Type 1, de l'État, de la ligne Nicolas.* — Voiture à quatre essieux; distance entre les essieux des bogies : 1^m98, et entre les centres des bogies : 11^m426; longueur de la caisse, plates-formes comprises : 16^m236, et de la caisse seule : 14^m526; largeur : 3^m200; hauteur du lanterneau vitré au-dessus des rails : 3^m920; parois, plafond et plancher doubles; chauffage à la vapeur; éclairage au gaz; la voiture comprend 50 places, dont 12 seulement, disposées dans deux coupés, sont arrangées pour le couchage; aux deux extrémités du couloir longitudinal, se trouvent des water-closets.

Type 2, de l'État, des chemins de fer de Polessié. — Voiture à couloir longitudinal. Dans le sens de la largeur, d'un côté du couloir sont placés des bancs à 3 places, et de l'autre côté à 1 place. Le water-closet et la cabine pour les appareils de chauffage se trouvent au milieu; aux extrémités de la voiture, deux plates-formes découvertes; 38 places, dont 28 permettant de se coucher.

Type 3. — Voiture à trois essieux. Distance entre les essieux extrêmes : 6^m450; longueur de la caisse : 9^m440; largeur : 3 mètres; hauteur au milieu : 3^m850; chauffage à la vapeur; éclairage au gaz; 34 places, toutes arrangées pour le couchage.

Type 4. — Voiture à trois essieux; dimensions de la caisse conformes aux dessins de l'État; cette voiture a deux coupés à 3 places, quatre coupés à 6 places et un coupé à 12 places; un couloir latéral; chauffage à l'eau chaude; deux plates-formes couvertes et un water-closet.

Le poids des voitures de 2e classe à trois essieux des types ci-dessus atteint 25 pouds, et de celles à quatre essieux, 33 pouds par voyageur.

Les voitures de 2e classe du chemin de fer Dvinsk-Vitebsk, grâce à une surface de plancher moindre et au volume beaucoup plus réduit que dans les autres voitures, ne pèsent que 14.4 pouds par voyageur.

VOITURES DE 3e CLASSE. — Il est ménagé dans ces voitures quatre places dans le sens de la largeur; les voitures ont pour la plupart des plates-formes découvertes; elles sont chauffées à l'aide de poêles et rarement à la vapeur ou à l'eau chaude (ces dernières, toutefois, sont munies de poêles de réserve); la plupart d'entre elles sont sans arrangements pour le couchage; mais elles sont munies de water-closets; planchers, parois et plafond doubles.

Type 1, de l'État. — Contient 44 places; les bancs d'un côté du couloir sont à 3 places, et de l'autre à 1 place; le poêle se trouve au milieu de la voiture; la caisse a les dimensions réglementaires normales.

Type 2, de la ligne Nicolas. — Voiture à quatre essieux sur deux bogies. Distance entre les chevilles d'attelage des bogies : 12m692, et entre les centres de leurs essieux : 1m928. Longueur de la caisse : 15m24; largeur : 2m940; hauteur : 3m35; hauteur du lanterneau vitré au milieu : 3m810 au-dessus du rail. Chauffage à l'aide d'un poêle placé au milieu de la voiture. Nombre total de places : 79; un couloir coupe la voiture en deux parties; le cabinet d'aisance se trouve à l'extrémité de la voiture.

Les voitures ordinaires de 3e classe pèsent 15 à 18 pouds, et celles à quatre essieux 29 pouds par voyageur.

Observation. — Les voitures mixtes de 2e et de 3e classe ne sont pas décrites, ne se distinguant en rien des types de voitures de 2e et de 3e classe ci-dessus.

FOURGONS A BAGAGES. — *Type 1.* — Les fourgons à bagages commandés par l'État sont à trois essieux. Distance entre les essieux extrêmes : 6m400; longueur de la caisse : 9m350; la caisse comprend le compartiment à bagages, d'une longueur de 7m420, et le compartiment du garde-train, long de 1m930; largeur à l'intérieur : 2m870; hauteur au milieu du compartiment du garde-train à partir des rails : 3m920; la hauteur du compartiment à bagages est de 0m610 plus faible; la carcasse de la caisse est en chêne revêtu de planches de pin de 0m025 d'épaisseur; le plancher, le plafond et les parois du compartiment du garde-train sont doubles; à l'intérieur se trouvent : un petit fourneau, deux sièges pour le garde-frein et le garde-bagages et une petite armoire avec tiroir ou planche mobile pour écrire; les fenêtres donnent sur les quatre côtés; un compartiment pour le transport des chiens est ménagé sous les sièges; ce compartiment communique par une porte avec celui des bagages; le fourgon est muni d'un frein à main.

Type 2. — Fourgon à frein de la ligne Transcaspienne, à huit roues, posé sur deux bogies à deux essieux. Distance entre les essieux : 2 mètres; outre le compartiment à bagages et le compartiment du garde-frein, placé au milieu et ayant en dessous un compartiment à chiens, ce wagon comprend encore la cuisine et la salle à manger,

séparées du compartiment du garde-frein par une cloison pleine; la cuisine a une porte latérale et une glacière en dessous; les parois et les meubles de la salle à manger sont en chêne. Longueur de la caisse : 13^{m}870, dont 5 mètres sont occupés par le compartiment des bagages, 2^{m}300 par celui du garde-train, 3 mètres par la cuisine et 3^{m}200 par la salle à manger; hauteur du fourgon au milieu, 2^{m}625.

Wagons-poste. — Ils sont d'un type uniforme sur presque tous les chemins de fer : à trois essieux et à frein. Hauteur complète du wagon : 3^{m}940; hauteur de la caisse à l'intérieur : 2^{m}355 à 2^{m}654; les parois, le plafond et les planchers sont doubles. Aux extrémités, le wagon a deux compartiments à bagages munis de doubles portes extérieures; le compartiment du milieu est occupé par la chancellerie; on y trouve rayons, tables, coffres et lit; le chauffage se fait à l'aide d'un poêle; ce wagon n'a point de passage qui permettrait de le traverser dans le sens de la longueur; la caisse, suspendue par des ressorts ordinaires, s'appuie en outre sur des bagues en caoutchouc, portées par des consoles attachées aux châssis.

Les voitures pénitentiaires présentent différents genres de dispositions; les sièges y sont placés soit transversalement, soit longitudinalement; elles sont à trois essieux et ont les dimensions suivantes : hauteur intérieure de la caisse, 2^{m}278; hauteur de la voiture, 3^{m}396; à l'un des bouts de la voiture est réservé un compartiment pour le chef de l'escorte; ce compartiment est muni d'une table et d'un divan; les fenêtres sont pourvues à l'extérieur de grilles en fer.

Voitures de service. — Le genre de construction de ces voitures est variable; il dépend ordinairement des conditions locales et des convenances particulières de l'administration de chaque chemin de fer. Destinées à l'inspection du chemin de fer, ces voitures sont pour la plupart d'anciens wagons à marchandises ou d'anciennes voitures à voyageurs, convenablement appropriés; une plate-forme longue, couverte ou découverte, est ordinairement ménagée à l'un des bouts du véhicule; dans le premier cas, elle est pourvue de fenêtres donnant sur les trois côtés libres.

Pour l'inspection de la voie, les voitures de service sont placées en queue du train, la plate-forme vitrée dirigée vers l'arrière. L'intérieur présente une installation telle, qu'il soit possible d'y travailler, de s'y reposer, d'y faire même un plus ou moins long séjour. Dans ces derniers temps, les grandes lignes de chemins de fer se sont pourvues de voitures de service d'un arrangement spécial (tel est le cas des lignes Nicolas, de celles du Sud-Ouest, etc.).

Sur quelques lignes de chemins de fer, on comprend dans le nombre de voitures de service : les wagons-salons, les wagons-cuisines et salles à manger, destinés à entrer dans la composition d'un train mis à la disposition du Ministre des voies de communication, du haut personnel et des différentes commissions inspectant les chemins de fer. Ces voitures se distinguent par leur aménagement extérieur et intérieur, conformes à leurs attributions.

Le chauffage des voitures de service se fait à la vapeur, à l'eau chaude et exceptionnellement au moyen de poêles. L'éclairage se fait dans la majeure partie des cas au

moyen de bougies. Afin d'établir une communication entre les voitures et le mécanicien, certains chemins de fer installent, le long du train, une conduite électrique, reliant la plate-forme de derrière à la locomotive.

Pour les voyages des membres de la Famille impériale, il est fait usage de cinq trains spéciaux, qui sont du ressort du Ministère de la cour impériale; la composition de ces trains est donnée dans le tableau ci-dessous :

DÉNOMINATION DES VOITURES.	Train provisoire de la ligne Nicolas.	Train de la ligne Saint-Pétersbourg-Varsovie.	Train de la ligne Moscou-Koursk.	Train de la ligne Baltique.	Train pour les voyages à l'étranger.
Voiture de S. M. l'Empereur .	1	1	1	...	1
— de S. M. l'Impératrice .	...	1	1	...	2
— du Grand-Duc héritier.	1	...	...	...	...
— des Grands-Ducs . .	1	1	...	...	1
— des Enfants	...	...	1	...	...
Salle à manger	1	1	1	1	1
Salon	...	1	1	1	1
Voiture des Ministres . . .	1	...	2	...	1
— de la suite	3	3 (1 p^r les dames.)	1	...	4
— des domestiques . .	2	2	2	...	...
Buffet	...	1	1	1	1
Cuisine	3	1	1	1	1
Voiture de service	...	1	1	...	...
Fourgon à bagages	...	1	1	...	1
— à chaudière. . . .	...	1	...	...	1
Wagon-atelier	2	1	1	1	1

Nombre total et travail des voitures. — Le parc des voitures sur tous les chemins de fer russes (excepté la ligne Transcaspienne du ressort du Ministère de la guerre et les chemins de fer du grand-duché de Finlande) comprenaient, en 1890, 7,759 véhicules [1], soit 0.285 voiture par verste de ligne (27,238 verstes), ou 1 voiture par 3 $^1/_2$ verstes. Ce matériel se répartit ainsi : Voitures impériales, 51 [2]; voitures de service ou de l'administration, 193; de 1re classe, 552; de 1re et 2e classe (mixtes), 582; de 2e classe, 1,121; de 2e et 3e classe (mixtes), 224; de 2e classe avec compartiment pour le service de la poste, 23; de 1re, 2e et 3e classe (mixtes), 18; de 3e classe, 4,363; de 3e classe avec compartiment pour le service de la poste, 64; de

(1) Sans compter 1,101 fourgons à bagages.
(2) Sans compter 16 voitures impériales, construites pour la voie normale étrangère.

4e classe, 48; wagons-poste, 240; wagons sanitaires, 24; voitures à vapeur, 5 (1).

Ces voitures comptent 22,998 essieux et 284,892 places pour voyageurs (2), soit en moyenne, 36.72 places par voiture.

Le parcours total des voitures, tant sur les lignes auxquelles elles appartiennent que sur d'autres, a été, en 1890, de 1,037,665 mille essieu-verstes; le parcours moyen par essieu a été de 45,120 verstes; le parcours total des voitures sur les lignes auxquelles elles appartiennent, ainsi que de celles des lignes étrangères dans les trains de toute nature, s'élève en moyenne à 1,049,509 mille essieu-verstes, soit 39,352 essieu-verstes par verste de ligne.

En outre, le parcours des 239 wagons-poste, en service dans tous les trains des lignes auxquelles elles appartiennent, a été de 53,577 mille essieu-verstes, ce qui fait en moyenne 224,171 essieu-verstes par wagon.

3. — Wagons à marchandises.

Considérations générales. — A cette catégorie de wagons se rattachent : les wagons à marchandises couverts, les wagons-tombereaux ou demi-wagons, les wagons plats, les wagons à houille, les wagons-citernes pour le transport des huiles de naphte, de l'alcool, etc.

Pendant les quinze à vingt premières années de l'exploitation du chemin de fer Nicolas, on employa des wagons à marchandises à huit roues, avec des longerons de châssis en bois, portant une charge normale de 500 pouds (8,190 kilogrammes) et présentant une tare à peu près égale. Ce rapport désavantageux de la charge utile au poids mort obligea les chemins de fer russes à commander à l'étranger des wagons à marchandises du type ordinaire; mais, vers 1870, il fut créé un type de wagon à marchandises en Russie; le 3 novembre 1875, ce wagon-type fut désigné par le Ministère des voies de communication pour servir de modèle aux commandes à faire à l'avenir. Plus tard, vers 1878, en raison des inconvénients qui lui avaient été reconnus, ce type fut un peu modifié, afin d'augmenter sa solidité et de porter à 750 pouds (12,285 kilogrammes) sa charge normale, qui n'avait été jusqu'alors que de 600 pouds (9,828 kilogrammes). A présent, eu égard aux nouvelles exigences techniques, le Ministère s'occupe de l'étude d'un nouveau type de wagon à marchandises.

Ce nouveau type devra éviter les difficultés qui se présentent actuellement au cours des réparations; d'une part, à cause des énormes trajets que les wagons ont à faire en passant d'un réseau à l'autre, et, d'autre part, à cause de la diversité des modèles des pièces de rechange. On a l'intention de construire tous les nouveaux wagons d'après ce type normal et d'y approprier les wagons existants; en même temps, il sera possible de remplacer les pièces usées des vieux wagons par celles du nouveau wagon-type.

---

(1) Cette répartition n'est qu'approximative à défaut de données précises.

(2) Les 5 voitures à vapeur sont à deux étages du système Thomas; chaque voiture a 32 places dans l'intérieur et 48 places sur l'impériale.

Les particularités caractéristiques du wagon projeté sont les suivantes : charge normale de 750 pouds, soit 12,285 kilogrammes; surface du plancher d'un wagon avec ou sans frein, 6m400 × 2m734; hauteur, 2m337; facilité de remplacer les pièces usées; les montants de la caisse fixés à l'aide de consoles; plaques de garde rigides; traverses de tampons en fer; bandages assujettis aux roues par des bagues. La tare d'un semblable wagon à frein est de 476 pouds = 7,800 kilogrammes.

Les particularités propres au parc russe des wagons à marchandises s'expliquent par les conditions de leur utilisation sur toutes les lignes et par la tendance d'augmenter leur charge utile.

La principale condition de l'utilisation en quelque sorte mutuelle des wagons, appliquée depuis l'époque de l'introduction en Russie du transport direct sur toutes les voies reliées entre elles, consiste dans l'échange en nature des wagons; chaque ligne, ayant reçu un certain nombre de wagons chargés ou vides d'une ligne voisine, lui transmet le même jour ou dans le plus bref délai, un nombre égal de wagons chargés ou vides, sans se préoccuper à quel chemin de fer ces wagons appartiennent. Une exception est faite pour les wagons-citernes; ces derniers, en effet, ne sont pas échangés, mais remis à condition de retour dans un court délai, fixé à la suite d'une entente entre les lignes intéressées.

Tous les wagons, excepté les wagons spéciaux, circulent librement sur tout le réseau ferré; après un délai de deux ans, ils sont remis au chemin de fer qui en est propriétaire pour être visités et réparés, s'il y a lieu. Les avaries accidentelles, survenues pendant les deux années mentionnées, sont réparées par la ligne où l'avarie s'est produite. A cette fin, tous les chemins de fer envoient des pièces de rechange de leurs wagons de différents types dans des magasins spéciaux, établis au nombre de sept en différents points du réseau. Ces magasins sont sous la direction de la Conférence générale des représentants des chemins de fer russes; des contrôleurs techniciens sont préposés à leur surveillance.

Remarque. — Une notice détaillée sur la Conférence générale des représentants des chemins de fer russes (Obchtchy Siézd) et sur l'institution des contrôleurs techniciens se trouve dans la partie IV du présent *Aperçu*.

En ce qui concerne la charge des wagons, il faut remarquer que dans la caisse d'un wagon à marchandises couvert du type normal, d'une capacité de 600 pouds, on peut charger jusqu'à 750 pouds; aussi certains chemins de fer (Sud-Ouest, Nicolas, etc.) commencèrent-ils à se servir, dès 1878, de wagons portant 750 pouds. Sans augmenter à cet effet les dimensions de la caisse, on n'a fait que rendre les parois plus solides à l'aide de montants supplémentaires; de plus, on a remplacé les anciens ressorts par de nouveaux à dix lames, attachés au moyen d'étriers à boulons aux longerons et l'on a renforcé convenablement les essieux et les fusées anciens.

Au 1er janvier 1892, sur le nombre total des 90,773 wagons à marchandises couverts se trouvant sur les différentes lignes reliées entre elles, il y avait 26,500 wagons qui avaient une capacité de charge de 750 pouds chacun, soit à peu près 29 1/4 p. c. de la quantité totale de wagons à marchandises. Le même rapport (30 p. c.) existait à peu

près entre le nombre de plates-formes et de wagons tombereaux de 650 à 750 pouds et le parc entier des wagons à marchandises.

Quelques chemins de fer ont introduit, à titre d'essai pour leur service intérieur, des wagons d'une capacité de 1,200 à 1,800 pouds. Jusqu'à présent, ces expériences n'ont pas produit de résultats définitifs.

TYPES DES WAGONS A MARCHANDISES. TYPES GÉNÉRAUX. — I. *Wagon à marchandises couvert à deux essieux.* — Longueur extérieure de la caisse, 6^{m}476; largeur, 2^{m}923; hauteur au milieu, 2^{m}338; deux portes, de 1^{m}830 de hauteur, à un ou à deux vantaux, glissant sur galets, avec crochets pour les cadenas; deux lucarnes à grilles aux parois latérales, se fermant entièrement; la toiture en volige est recouverte de tôle de fer. Le revêtement de la carcasse et le plancher tout en voliges de 1 pouce d'épaisseur; écartement entre les centres des essieux, 3^{m}810; distance entre le longeron du châssis et les rails, 1^{m}025, et entre les centres des tampons, 1^{m}982.

II. *Demi-wagon découvert ou wagon-tombereau*, a la même longueur et la même largeur que le wagon couvert; hauteur des parois latérales, 1^{m}080, et des parois transversales, 1^{m}560. Portes latérales à charnières et avec targettes. Les montants des portes sont prolongés et reliés à leur partie supérieure, pour augmenter leur solidité, par des poutrelles transversales en forme d'arc.

III. *Wagon-tombereau à parois à claire-voie*, est destiné principalement au transport du bois de chauffage; il présente les mêmes dimensions que le demi-wagon ordinaire, mais les parois ont la hauteur de 1^{m}220.

IV. *Wagon plat* à bords rabattants, pourvu d'étriers pour y placer des montants. Il a la même longueur et la même largeur que le wagon-tombereau. Les montants sont adaptés aux étriers lorsqu'il y a lieu de transporter des bois longs, de charpente, des planches, etc.; hauteur des bords, 0^{m}280.

TYPES SPÉCIAUX. — V. *Wagon à houille*, 4^{m}771 de longueur et 2^{m}960 de largeur; les bords latéraux sont percés en leur milieu d'ouvertures qui se ferment à l'aide de vantaux rabattants à charnières horizontales et se relevant de bas en haut; quand ils sont fermés, les panneaux sont retenus par des verrous inférieurs. Le châssis est en fer; la distance entre les roues est de 2^{m}150.

VI. *Wagon à houille en fer.* — Longueur, 6^{m}400; largeur, 2^{m}743; hauteur des parois, 0^{m}762 en moyenne, mais dépendant du poids spécifique de la houille à transporter et, en général, de la nature des chargements auxquels le wagon est destiné. Les bords latéraux sont percés de portes à deux vantaux.

VII. *Wagon à bière.* — L'intérieur des doubles parois, du double plafond et du double plancher de la caisse est rempli de corps mauvais conducteurs de la chaleur, tels que : brique pilée, coke broyé, scories. Dans le but de maintenir une température toujours égale, les voitures portent à l'intérieur, dans leur partie supérieure, des réservoirs métalliques, remplis de glace; en bas, vers le milieu des parois latérales, est placé un poêle, dont le tuyau dépasse de 0^{m}740 le toit du wagon. Le poêle est contigu à un compartiment réservé à l'homme accompagnant le wagon. Les

parties des parois attenantes au poêle sont recouvertes de feutre et de tôle, ainsi que le plancher devant la bouche du poêle.

VIII. *Wagon à alcool.* — Est muni d'un réservoir de 6^{m}077 de longueur et 1^{m}600 de diamètre; le remplissage se fait par l'orifice d'un clapet placé à la partie supérieure. On vide le réservoir à l'aide d'une pompe et de tuyaux passant par les orifices des clapets latéraux et descendant jusqu'au fond du récipient.

IX. *Wagon à poudre et à substances inflammables.* — La caisse de ces wagons est revêtue de tôle de fer à l'extérieur et de feutre à l'intérieur. Les parois latérales portent en gros caractères l'inscription : « wagon à poudre ».

X. *Wagon pour le lait et les produits de la ferme.* — La porte d'entrée est ménagée dans une des parois transversales; le compartiment de l'homme accompagnant le wagon est muni d'un poêle, autour duquel les parois et le plancher sont recouverts de tôle. Au milieu du wagon se trouve un réservoir que l'on remplit de glace par une ouverture pratiquée dans le toit; près de ce réservoir, sur des ressorts transversaux, sont disposées des tablettes sur lesquelles on place les récipients contenant le lait. Les parois, le plafond et le plancher de ce wagon sont doubles.

XI. *Wagon pour la volaille et le menu bétail.* — Les parois sont à claire-voie; il est divisé en plusieurs étages qui sont munis, chacun, d'une petite porte latérale.

XII. *Wagon-écurie.* — Les chevaux sont introduits par une porte disposée près de l'extrémité du wagon; la partie supérieure de cette porte est formée par des vantaux à charnières verticales, tandis que sa partie inférieure se ferme à l'aide d'un panneau qui se rabat horizontalement et forme une passerelle entre le wagon et le quai de chargement. A l'une des extrémités du wagon, un compartiment est ménagé pour le cocher; les chevaux sont placés dans des stalles dont les parois sont rembourées de feutre; leur fourrage se met dans des crèches. A la partie supérieure de la caisse, des jalousies assurent la ventilation.

XIII. *Wagon-citerne pour le transport des produits du naphte.* — Un récipient en tôle de 4.7 millimètres d'épaisseur, ayant la forme d'une chaudière, d'une longueur de 6^{m}763 et d'un diamètre de 1^{m}611, muni d'un dôme, par l'ouverture duquel s'opère le remplissage, repose sur des chantiers en bois fixés au châssis du wagon. On vide le récipient par un clapet conique et les tuyaux transversaux disposés à la partie inférieure du wagon; la manœuvre du clapet s'opère à l'aide d'une tige munie d'une manivelle. Sur les bords du châssis, on place quelquefois des montants supportant les crochets destinés à recevoir la corde du signal.

XIV. *Plate-forme-citerne système Brandt pour le transport des matières sèches et liquides.* — Le réservoir est formé par une citerne rectangulaire en tôle de fer, d'une épaisseur voulue, longue de 5^{m}702, large de 2^{m}792 et haute de 0^{m}698.

Le réservoir est fixé sur une plate-forme ordinaire sans plancher, à l'aide de chantiers en bois; il est muni des mêmes accessoires que les wagons-citernes pour le chargement et le déchargement. Un plancher en bois est disposé au-dessus du réservoir; en cas de besoin, il peut être muni de ridelles mobiles ou fixes. Un spécimen de ce genre de wagon circule, à titre d'essai, sur la ligne Transcaspienne.

XV. *Wagon à poisson.* — Ce wagon est divisé en deux étages et contient quatre cuves en bois à chacun d'eux, disposées par deux près des extrémités du wagon; l'eau y est amenée par un tuyau en caoutchouc traversant le toit du wagon; on vide les cuves au moyen de bouchons coniques placés sous le wagon et manœuvrés au moyen d'une tige munie d'une manivelle. Le milieu du wagon est muni de bancs. La tare du wagon est de 427 pouds sans eau et de 761 pouds avec l'eau.

XVI. *Wagon à fruits.* — Est pourvu ordinairement de parois, d'un plafond et d'un plancher double; à l'intérieur sont disposés des rayons.

XVII. *Wagon pour le transport des viandes fraiches.* — Les parois, les portes, le plafond et le plancher sont revêtus à l'intérieur de tôle galvanisée. A chaque extrémité du wagon est installée une glacière avec des tubes pour l'écoulement des eaux. Quatre solives en chêne recourbé sont fixées transversalement au plafond; elles servent à suspendre cinq poutrelles longitudinales en bois. Ces poutrelles portent sur leurs côtés des crochets pointus, distants de $^3/_4$ à 1 archine (0^m750). Ces crochets servent à suspendre les quartiers de viande, comme cela se fait dans les boucheries, c'est-à-dire à l'aide des jonctions, formées par les tendons de l'animal ou, à défaut de ceux-ci, directement. Deux tuyaux d'aérage en bois passent à l'intérieur du wagon et sortent par un autre côté; ils ont en dehors de larges ouvertures, tandis qu'à l'intérieur ils se terminent par des soupiraux. L'aérage s'effectue de la manière suivante : le wagon étant en mouvement, l'air entre par l'ouverture du conduit de devant et pénètre par les soupiraux à l'intérieur du wagon; l'air vicié de l'intérieur, sous la pression de l'air arrivant, est expulsé par les orifices du second conduit. On dispose un second système de ce genre en haut du wagon, afin de pouvoir aérer le wagon en entier. Les portes du wagon sont latérales et se ferment hermétiquement.

Remarque. — Jusqu'en ces derniers temps, les ateliers locaux des chemins de fer construisaient tous les wagons spéciaux, excepté les wagons-citernes et les wagons à alcool; mais à présent, les ateliers du chemin de fer de Vladicaucase, par exemple, construisent aussi les wagons-citernes.

Aménagements pour le transport des grains en vrac. — Deux procédés spéciaux sont employés sur les chemins de fer russes pour le transport des grains en vrac : l'un utilisant des wagons à panneaux mobiles, l'autre faisant usage d'une housse en toile, procédé dû à l'ingénieur Okouniev.

Le premier procédé consiste à barrer l'ouverture de la porte par une sorte d'écluse en planches garnies vers l'intérieur d'une double couche de feutre. Cette espèce d'écluse est fermée par une vanne glissant entre deux coulisses et manœuvrée par une manette. Le tout est cloué aux montants de la porte ou au revêtement de la caisse par quatre pointes. A l'extérieur de la vanne se place un ajutage muni d'une fermeture à l'extrémité pour l'écoulement du grain.

Dans le second procédé, on emploie une housse en toile pour chaque wagon qui est muni des boyaux mobiles en toile, placés en face de la porte, pour l'écoulement des grains. En automne 1892, il y avait au service des chemins de fer près de 10,000 housses de ce genre.

NOMBRE GÉNÉRAL ET TRAVAIL DES WAGONS A MARCHANDISES. — Le parc des wagons à marchandises des chemins de fer russes (à l'exception du chemin de fer Transcaspien du ressort du ministère de la guerre et des lignes du grand-duché de Finlande) se composait, en 1890, de 145,611 wagons, soit 5.35 wagons par verste de voie. Ce nombre total de wagons se répartissait ainsi par catégories : Wagons couverts : 90,497 (1); pour la vérification des ponts à bascule : 24; pour le chauffage des voitures : 38; munis d'appareils de secours en cas d'incendies : 2; pour le transport de la bière : 34; à alcool : 122; à poudre et substances inflammables : 283; wagons à lait : 13; pour le transport des grains en vrac : 122; wagons à fruits : 106; à poissons : 5; à volailles : 7; écuries : 74; à pétrole (wagons-citernes) : 6,208; à chaux : 328; à bestiaux : 1,387; nombre total des wagons-tombereaux et des plates-formes : 37,044 (2); wagons à houille : 6,603; à bois de chauffage : 354; à lin, à chanvre et à filasse : 323; plates-formes pour le transport des bois de charpente : 2,037 (3).

Le nombre d'essieux des wagons s'élevait à 294,728 et leur chargement normal était de 90,605,037 pouds, ce qui fait 622.24 pouds par wagon et 307.41 pouds par essieu.

En 1881, quand le nombre total des wagons à marchandises était de 113,172 avec 229,766 essieux, d'une capacité de chargement normale de 67,995,043 pouds, le chargement moyen par wagon était de 600.82 pouds et par essieu de 295 pouds. L'augmentation du chargement moyen en 1890, comparé à l'année 1881, où il était de 21.42 pouds par wagon et de 12.41 par essieu, s'explique par l'accroissement du nombre des wagons contenant 750 pouds.

En 1890, le parcours total des wagons à marchandises appartenant aux différentes lignes dans les trains de tout le réseau, s'élevait à 5,440,621 mille essieu-verstes, donnant pour le parcours moyen d'un essieu : 18,460 verstes; le parcours des wagons de la ligne propriétaire et des autres, dans les trains de ladite ligne, a été de 5,669,166 mille essieu-verstes.

Ce mouvement des wagons se rapportant au trafic commercial, administratif et militaire, réparti suivant les catégories des trains de petite vitesse, donnait la composition suivante des trains : pour le mouvement commercial : 64.91 essieux; le mouvement administratif : 68.4 essieux; le mouvement militaire : 58.63 essieux. La composition moyenne des trains commerciaux a été de 64.91 essieux en 1891; elle surpassait la composition moyenne

De 1885	de 1.28 essieux.
De 1886	de 4.19 —
De 1887	de 2.09 —
De 1888	de 1.51 —
De 1889	de 1.46 —

(1) Y compris les wagons spéciaux pour le transport des colis postaux, des viandes, des différents matériaux, ainsi que les wagons de réserve.

(2) Y compris les plates-formes spéciales pour le transport des objets lourds.

(3) En outre, il y avait à la disposition constante des chemins de fer 2,284 wagons couverts à marchandises et 4,347 wagons-citernes, pour le transport du pétrole appartenant aux différentes compagnies et à des particuliers.

4. — Wagons sanitaires.

Par V. VERKHOVSKY

INGÉNIEUR

Les wagons sanitaires, sur les chemins de fer russes, peuvent être divisés en deux catégories principales : 1° wagons pour les différents buts sanitaires employés en temps de paix, et 2° wagons pour le transport des malades et des blessés en temps de guerre. Les wagons de la première catégorie présentent deux types d'arrangement intérieur, suivant le but auquel ils sont destinés : pour des services généraux ou spécialement pour les cas d'épidémie cholérique.

Wagons pour les services généraux en temps de paix. — Les wagons de la première catégorie sont depuis longtemps en usage sur les lignes russes et leur nombre s'accroît proportionnellement au développement du réseau. Leur arrangement est très varié; il répond au but spécial auquel ils sont destinés et dépend de différentes circonstances locales.

Ainsi, certains wagons ne sont affectés qu'au transport des agents du chemin de fer intéressé, atteints d'une maladie grave ou contagieuse ou blessés, de différents points de la ligne dans les localités possédant un hôpital. Ces wagons, destinés au transport à courtes distances d'un ou de deux malades accompagnés d'un médecin ou d'un aide médecin, ne sont pourvus que de l'installation strictement nécessaire.

D'autres wagons sont destinés au transport à courtes distances d'un grand nombre de malades ou de blessés en cas d'accident de chemins de fer. Comme exemple de ces derniers, on peut citer les wagons à marchandises, convenablement disposés, du chemin de fer Saint-Pétersbourg-Varsovie et le wagon sanitaire du chemin de fer de Koursk-Kharkov-Azov, qui n'est autre qu'une voiture ordinaire à 6 roues transformée; le grand compartiment peut recevoir trois malades et plus, placés sur des lits de camp spéciaux, et le petit compartiment peut en recevoir au besoin deux, que l'on installe sur les bancs.

Enfin, la troisième série comprend les wagons du service médical; ceux-ci forment une infirmerie ambulante avec des compartiments spéciaux : pour le médecin, pour la pharmacie, pour les malades contagieux et non contagieux; ce dernier peut être transformé, en cas de besoin, en un compartiment de chirurgie. Ces wagons sont particulièrement utiles sur les lignes traversant les steppes, et, en général, les endroits peu peuplés où les médecins et les pharmacies font défaut. Dans ces cas, le médecin au service du chemin de fer, visitant sa section dans un wagon de ce type, a sur place et sous la main tous les moyens nécessaires pour donner des secours; il peut aussi prendre sous sa propre surveillance et avec beaucoup de confort, les malades qu'il juge nécessaire de faire transporter à l'hôpital. Comme modèle de ces voitures, on peut citer les wagons du service médical des chemins de fer de Lozovo-Sébastopol et de Catherine. Les deux se rapportent au type des voitures à six roues, avec caisse d'environ 11 mètres de longueur.

Le wagon du chemin de fer de Lozovo-Sébastopol comprend à l'une des extrémités un compartiment à deux lits pour des malades ordinaires ou pour des blessés; il est pourvu d'une large porte pour faire entrer les malades ou les faire sortir avec plus de facilité; l'autre extrémité est occupée par un compartiment à un lit pour les malades atteints d'une maladie contagieuse; au milieu se trouvent le compartiment du médecin et de la pharmacie; ce dernier a une fenêtre donnant dans le compartiment précédent; le water-closet est placé dans un couloir transversal.

Le wagon du chemin de fer Catherine a presque la même disposition intérieure, avec cette différence que le compartiment pour le malade contagieux est complètement isolé; ce dernier a une entrée spéciale par la cabine réservée au garde-malade. Ce wagon est très bien arrangé jusque dans ses moindres détails et mérite une description plus complète.

Le compartiment de chirurgie ou pour les malades non contagieux occupe en totalité 14 mètres carrés de surface (4^m720 en longueur et 2^m970 en largeur); il comprend lui-même deux compartiments de grandeur différente : le plus grand, d'une surface de 10.20 mètres carrés, est destiné aux blessés et aux malades; l'autre, d'une surface de 3.80 mètres carrés, met le compartiment principal à l'abri des courants d'air et du refroidissement, lorsqu'on apporte dans le wagon des malades ou des blessés. Ces compartiments sont séparés par une cloison en bois, ayant une large porte (1^m760) à trois ventaux. Cette disposition a dû être prise parce que dans le petit compartiment de chirurgie, à l'extrémité du wagon, il y a trois larges portes (1^m085) qui permettent d'apporter les brancards avec les malades des trois côtés du wagon.

Deux lits à brancards sont installés dans ce compartiment; ils sont formés de deux perches en bois peint, de dimensions égales à celles des brancards ordinaires, et d'une couchette formée d'une plaque de zinc perforée pour l'écoulement de l'eau et du sang. Une paillasse se place dessus. Afin d'empêcher la paillasse de se déplacer pendant le mouvement du wagon, la couchette en zinc est pourvue de bords relevés. Les bords longitudinaux ont la forme de douilles dans lesquelles on peut faire passer des perches; les bords transversaux sont soudés au fil de fer, sur lequel ils sont recourbés. Les brancards sont placés sur des supports métalliques mobiles munis de fourche. Pour adoucir les trépidations pendant la marche du wagon, des plaques en caoutchouc sont fixées aux bases des supports; en outre, les bouts de perches qui reposent sur les fourches sont munis d'anneaux en caoutchouc. Pour empêcher le glissement des brancards le long des supports, ces derniers sont reliés par des tiges à écrous. Pour plus de sécurité, les fourches des supports sont pourvues de plaques qui se ferment après que les brancards sont placés. A l'un de ces lits-brancards, on peut monter les fourches plus haut à l'aide de vis, pour relever le lit à une hauteur voulue, afin de pouvoir faire les opérations chirurgicales, au besoin, dans le wagon même.

Dans le même compartiment peuvent encore être placés trois lits suspendus et un lit complet portatif. Les premiers sont suspendus sur des lanières; pour éviter leur balancement pendant la marche du train, ils sont attachés aux parois au moyen de consoles munies de plaques en caoutchouc. Le grand compartiment peut contenir ainsi jusqu'à six blessés ou malades.

Indépendamment de la destination que l'on a donnée au petit compartiment de chirurgie, on peut l'utiliser, en cas de nécessité, pour l'installation d'un lit portatif et d'un lit suspendu pouvant recevoir deux blessés ou malades. Il existe dans ce petit compartiment une glacière avec des portes. De la sorte, le petit compartiment de chirurgie peut recevoir, en cas de besoin, jusqu'à huit blessés ou malades.

Le compartiment pour les maladies contagieuses, avec ses deux lits, est disposé à l'autre bout du wagon et complètement isolé de ses autres parties. Ce compartiment est précédé d'un petit vestibule, où sont placés un siège pour le garde-malade et une petite armoire pour y conserver le linge et les ustensiles de ménage et d'hôpital, spécialement destinés au compartiment des contagieux.

Le compartiment du médecin, disposé entre les deux précédents, a une porte donnant accès au corridor et une fenêtre hermétiquement fermée qui permet de surveiller le malade contagieux. Ce compartiment contient : une petite pharmacie, une table à écrire, avec une chaise, un siège mobile pour les malades ambulants, une petite table et un lavabo.

Le compartiment du garde-malade, situé dans le corridor, comprend : 1° un siège, avec des parties supplémentaires pour en faire une couchette; 2° un coffre au-dessous du siège; 3° une armoire, pendue au mur au-dessus du siège, et 4° une tablette pliante ayant au-dessus un tuyau métallique, sous lequel on place le samovar.

Dans l'installation du wagon sanitaire du chemin de fer Catherine, on a eu soin non seulement de disposer les différentes parties suivant leur destination, mais encore on s'est préoccupé de la possibilité d'entretenir le wagon dans le plus grand état de propreté, et d'y pouvoir faire une désinfection convenable; c'est pourquoi on a évité dans la garniture intérieure tous les matériaux mous, qui se prêtent difficilement au nettoyage et à la désinfection. Parois, planchers, plafonds, lits, meubles et autres objets sont généralement à surface lisse et peints à l'huile, de préférence en couleur blanche, sur laquelle se perçoivent mieux les taches et les malpropretés; les angles que les parois forment entre elles et avec le plafond sont arrondis.

Afin d'obtenir un mouvement plus doux, ce wagon est muni de ressorts de suspension plus élastiques (plus longs), avec interposition de couches de caoutchouc entre leurs lames; de plus, des plaques de caoutchouc sont placées partout où cela est possible, aux lits, aux sièges, etc.

Pour diminuer la chaleur à l'intérieur du wagon en été et pour le préserver contre un prompt refroidissement en hiver, le plafond du wagon est double, avec un vide entre les deux parois; la surface extérieure de la toiture est peinte en blanc.

Dans ses trois compartiments principaux sont placés des ventilateurs, formés de tuyaux de 200 millimètres de diamètre adaptés au toit et de gaines, enveloppant en partie les radiateurs en fonte placés sur les tuyaux de chauffage à eau chaude, dont le foyer est placé dans le corridor; c'est donc par véritable appel d'air que l'on procède.

L'isolement complet du compartiment des contagieux s'effectue à l'aide d'une espèce de presse-étoupe, qui enveloppe la partie du tuyau réchauffeur passant par la cloison;

ce presse-étoupe est garni de chanvre imbibé de vaseline et d'acide phénique.

Le compartiment du médecin se prête bien à la réception des malades ambulants, qui passent par le corridor sans traverser les compartiments affectés aux malades; en même temps, le médecin peut facilement observer le compartiment des contagieux par la fenêtre dormante, et celui de la chirurgie en s'y rendant par le corridor; pour la communication du médecin avec le compartiment des contagieux pendant la marche du train, un long marche pied avec main-courante est disposé à l'extérieur du wagon. Pour faciliter le transport des malades dans le compartiment de chirurgie, des deux côtés sont adaptés aux portes des escaliers mobiles assez larges, à trois marches; aux portes situées sur les extrémités du wagon, l'escalier est formé de deux parties égales.

Tous les compartiments sont convenablement approvisionnés et outillés; tous les menus objets, tels que : vaisselle, linge, etc., sont rangés dans des armoires et des coffres se trouvant dans les compartiments; les objets destinés au compartiment des contagieux y sont conservés séparément.

Le nombre total des wagons qui appartiennent aux types cités, ainsi qu'aux autres types à peu près semblables, atteint environ le chiffre de 100.

Wagons en usage pendant l'épidémie cholérique. — L'ordre du Ministère des voies de communications qui prescrivit, lors de l'épidémie cholérique de 1891, d'attacher en queue de chaque train de voyageurs un wagon sanitaire, amena l'apparition d'un nombre considérable de wagons de cette espèce construits d'après un type nouveau; on eut recours soit à des wagons de marchandises, soit à des voitures à quatre, six et huit roues, que l'on transforma en conséquence. Le point caractéristique de ce type consiste dans la subdivision du wagon en compartiment pour hommes et pour femmes et dans l'approvisionnement conforme au caractère de la maladie et aux conditions hygiéniques.

Comme exemple, on peut citer les wagons suivants :

a) Wagon sanitaire du chemin de fer de Koursk-Kharkov-Azov, provenant d'un wagon à marchandises transformé, d'une longueur de 6ᵐ500; il contient au milieu deux lits séparés par un écran;

b) Wagon sanitaire du chemin de fer de Lozovo-Sébastopol, provenant également de la transformation d'un wagon à marchandises; il contient trois lits dans deux compartiments et un compartiment spécial pour la désinfection;

c) Wagon sanitaire du chemin de fer de Kharkov-Nicolaïev, provenant d'une voiture à quatre roues transformée, d'une longueur de 8ᵐ375, divisée par une cloison en deux compartiments, dont l'un est destiné au personnel médical et l'autre aux malades; ce dernier contient deux lits séparés par un rideau;

d) Wagon sanitaire du chemin de fer de Lozovo-Sébastopol, fait avec une voiture à six roues transformée, d'une longueur de 11 mètres; il peut contenir quatre lits et même plus;

e) Wagon du chemin de fer Nicolas, provenant de la transformation d'une voiture à huit roues, ayant une longueur de 13ᵐ797; il contient deux compartiments, l'un pour

hommes et l'autre pour femmes, à deux lits chacun, et un compartiment spécial pour le médecin et la pharmacie. Ce wagon est spacieux et bien approvisionné.

Au plus fort de l'épidémie cholérique, le nombre total de ces wagons s'est élevé à plus de 600.

La même épidémie cholérique a fait mettre en usage des wagons sanitaires d'un genre spécial, destinés à servir de chambres de désinfection ambulantes. Ces wagons ont été envoyés sur tous les points de la ligne où il était nécessaire de procéder à la désinfection du linge, des habits et d'autres objets. On a eu recours dans ce cas aux wagons à marchandises ordinaires ou à des wagons-citernes servant d'ordinaire au transport du pétrole.

On peut donner comme modèle de ce genre de wagons, celui du chemin de fer de Rybinsk-Bologoé. Il est divisé en trois compartiments par des cloisons pleines; l'un d'eux, à une extrémité du wagon, sert d'entrepôt d'objets qui doivent être désinfectés; le second, à l'extrémité opposée, sert d'entrepôt et de séchoir des objets déjà désinfectés; enfin, le compartiment du milieu sert de chambre de désinfection.

Ce dernier reçoit un revêtement complémentaire du plafond; les portes dans les parois extérieures sont doubles et garnies tout autour de caoutchouc, afin d'obtenir une fermeture hermétique; le tuyau du ventilateur est muni d'un disque, tournant sur un axe horizontal, mû à l'aide de tiges, d'un levier et d'un contrepoids; une ouverture dans le plancher se ferme par un clapet, muni également d'une tige. Dans une des parois extérieures de ce compartiment est fixé un tuyau en fer avec un robinet et un thermomètre, dont le réservoir se trouve à l'intérieur du wagon et l'échelle graduée à l'extérieur.

Des portes dans les parois transversales du wagon donnent accès aux compartiments situés aux extrémités.

Les objets à désinfecter par la vapeur sont conservés dans un coffre en fer solidement fermé, placé dans le compartiment des effets sales. Avant le commencement de l'opération, ce coffre est transporté dans le compartiment du milieu; les effets qui s'y trouvaient sont pendus ensuite sur des tringles posées sur des planchettes clouées aux parois du wagon; on a soin de ménager des intervalles entre les différents objets, afin de donner accès libre à la vapeur.

La conduite de la désinfection à la vapeur comprend les manipulations suivantes :

Quand tous les effets infectés sont convenablement placés dans le compartiment du milieu, les deux portes et le disque du ventilateur sont solidement fermés; on amène près du wagon une locomotive dont le robinet de vapeur est mis en communication avec le robinet du wagon à l'aide de tubes mobiles et d'un tuyau de caoutchouc. Le robinet du wagon est ensuite ouvert; la vapeur passe de la locomotive dans le wagon, dont l'orifice du plancher sert à évacuer l'eau de condensation. Trois ou cinq minutes après l'ouverture dudit robinet, l'orifice d'évacuation est fermé; au bout de trente minutes environ, le mercure du thermomètre monte jusqu'à 80° R. (ou 100° C.) et on procède à la désinfection dans ces conditions pendant une heure. Ensuite, l'entrée de la vapeur est interrompue, les orifices sont ouverts afin de laisser s'échapper la vapeur et de faire entrer dans le compartiment l'air frais; dix minutes après, les effets désinfectés sont transportés dans le compartiment réservé aux objets nettoyés, y sont pendus de la même

manière que dans le compartiment du milieu et, une fois secs, ceux d'entre ces objets qui demandent à être lavés passent à la buanderie.

Toute l'opération de désinfection par la vapeur dure ainsi 1 h. 40 m.; on peut désinfecter une grande quantité d'objets à la fois.

La disposition décrite a coûté 65 roubles par wagon.

Les chambres de désinfection ambulantes, provenant de la transformation des wagons-citernes, parurent en premier lieu sur la ligne de Transcaucasie. Dans leur état normal, ces citernes représentent des cylindres horizontaux, avec un fond convexe, surmontés d'un dôme rivé au corps cylindrique et muni d'un orifice pour le chargement du pétrole; un autre se trouve au bas et sert à vider le récipient.

Pour transformer cette espèce de chaudière, on pratique dans le fond une ouverture pouvant donner libre passage à un homme. Cette ouverture se ferme par une porte sur gonds, au moyen de boulons et d'écrous. Le dôme est muni d'une soupape de sûreté, répondant à une pression de 20 livres (8 kilogrammes), ce qui correspond à une température de la vapeur de 120° C.

A la partie supérieure du cylindre passe le tuyau d'admission de la vapeur; un tuyau d'échappement est placé à la partie inférieure. L'intérieur de la chaudière est revêtu de planches en bois pour préserver les objets du contact des parois. Deux rangs de tablettes mobiles pour les objets et des crochets pour les effets d'habillement sont disposés à l'intérieur de la chambre. Chaque chambre est munie d'un thermomètre à maxima avec un thermomètre indicateur, dont l'ensemble sert à déterminer la température des objets désinfectés, et d'un manomètre pour déterminer la pression de la vapeur dans la chambre. Pour sécher les effets, on peut placer près de la soupape de sûreté un éjecteur (appareil d'aspiration d'air) semblable à celui qui est employé dans le frein automatique du système Hardy; au moyen de celui-ci, on produit l'aspiration de la vapeur qui reste dans la chambre.

Ces chambres de désinfection peuvent être facilement envoyées dans les différentes gares et stations; elles sont chauffées par la vapeur prise sur les chaudières de locomotives en chaque point où la désinfection est nécessaire. L'opération de désinfection dure environ une demi-heure.

La transformation d'une citerne à pétrole en chambre de désinfection revient à 160 roubles, plus le prix de l'éjecteur qui coûte 40 roubles.

Les wagons sanitaires en temps de guerre. — Les wagons sanitaires pour le transport des malades et des blessés en temps de guerre ont reçu une organisation régulière en 1870, lorsqu'il fut exigé de tous les chemins de fer qu'ils eussent, selon leur étendue, un nombre déterminé de wagons à marchandises constamment appropriés dans ce but et, en outre, des aménagements de réserve pour le nombre complémentaire de wagons, savoir :

	Wagons permanents.	Aménagements de réserve.
Chemins de fer dont la longueur des lignes est inférieure à 150 verstes.	1	10
— — — entre 150 et 250.	3	25
— — — — 250 et 500.	6	50
— — — au-dessus de 500 verstes.	9	75

Chaque wagon devait contenir quatre brancards larges et huit brancards étroits, soit en tout pour douze hommes. Deux ou trois brancards, placés en rang, étaient supportés par deux perches, suspendues au moyen de lanières à des crochets, fixés aux parois longitudinales.

Cette disposition fut bientôt abandonnée et remplacée depuis 1876 par le système du colonel du génie A. Zavadovsky; d'après ce système, un wagon à marchandises contient huit brancards : quatre en bas et quatre en haut. Chaque paire de brancards, disposée l'une au-dessus de l'autre, est suspendue par des cordes au plafond et fixée en trois points au plancher.

Les wagons de l'un et de l'autre type étaient destinés aux transports des malades et des blessés du théâtre de la guerre jusqu'aux points d'évacuation les plus proches. Pour l'évacuation dans l'intérieur du pays, dès le commencement de la campagne de Turquie, quatorze trains spéciaux sanitaires furent formés; chaque train se composait de dix-sept wagons sanitaires à six roues ou de douze à huit roues, plus deux voitures pour le personnel médical et les surveillants, et trois wagons pour la cuisine et le magasin.

Ces trains furent placés sous le patronage de certains membres de la Famille impériale et de différentes institutions, telles que : Société de la Croix-Rouge, Société d'assistance pour les malades et les blessés, Comité de dames, etc.

A l'heure actuelle, la majeure partie de ces trains est réformée et les wagons sont remis dans leur état primitif.

Il suffira de citer comme exemple le train sanitaire du chemin de fer Moscou-Brest, qui a été placé sous le patronage de S. A. I. la grande-duchesse Alexandra Jossifovna, et dont une partie a été conservée jusqu'à ce jour. Il se composait de :

7 wagons, chacun donnant place à	8 hommes grièvement blessés et à	2 hommes légèrement blessés.
8 — —	— —	15 — —
Total. . .	56 hommes grièvement blessés et à	134 hommes légèrement blessés.

En plus, il y avait huit wagons pour le commandant du train, le personnel médical, les sœurs de charité, la pharmacie, la salle à manger, la cuisine, les serviteurs et un fourgon à bagages.

Dans l'installation de ces wagons, l'appareil à deux étages pour les hommes grièvement blessés du système de l'ingénieur D. Krueger, chef de la traction et du matériel roulant du chemin de fer de Moscou-Brest, mérite une mention spéciale. On place les brancards, sur lesquels sont apportés les hommes grièvement blessés, directement sur les extrémités des ressorts horizontaux de l'appareil. Celui-ci a des supports, fixés dans les encastrements du plancher, et s'attache par sa partie supérieure à la paroi longitudinale du wagon à l'aide des ressorts verticaux. Cette disposition adoucit sensiblement les trépidations latérales et verticales du wagon. Quant aux places pour les hommes légèrement blessés, elles sont formées par des fauteuils qui peuvent être transformés en lits; l'idée de cette dernière disposition appartient également à M. D. Krueger.

Outre les systèmes de MM. Zavadovsky et Krueger, il existe encore les systèmes de MM. Gorodétsky, N. Hoffmann, chef de la traction et du matériel roulant du chemin de fer Nicolas, et de M. P. Rizoni, chef des ateliers du chemin de fer de Saint-Pétersbourg-Varsovie; les deux derniers systèmes n'existent encore qu'à titre d'essai.

5. — Freins.

Règlements généraux concernant les freins. — D'après les règlements publiés par le Ministère des voies de communication, la quantité de freins dans un train doit être en rapport avec l'importance des rampes et la vitesse du mouvement. Il est admis que pour une rampe de 0.002 et pour 100 essieux, il doit exister :

A une vitesse n'excédant pas		25	verstes à l'heure	. . . 3	essieux à frein.
—	—	30	—	. . . 6	—
—	—	35	—	. . . 9	—
—	—	40	—	. . . 13	—
—	—	45	—	. . . 17	—
—	—	55	—	. . . 28	—

Et pour une rampe de 0.015, il doit y avoir par 100 essieux :

A une vitesse n'excédant pas		25	verstes à l'heure	. . . 16	essieux à frein.
—	—	30	—	. . . 19	—
—	—	35	—	. . . 22	—
—	—	40	—	. . . 26	—
—	—	45	—	. . . 30	—
—	—	55	—	. . . 41	—

Pour des rampes intermédiaires, le nombre des essieux à frein se détermine d'après une proportion (partie III du présent *Aperçu*, chapitre II, page 32).

Ces chiffres sont admis en supposant que tous les essieux soient uniformément chargés; mais, lorsque le train comprend des wagons chargés et des wagons vides, le nombre des essieux à frein est calculé de la manière suivante : deux essieux d'un wagon vide sont comptés pour un essieu chargé; un essieu à frein d'une voiture chargée ou vide, pour une essieu chargé; chaque wagon à marchandises, sans frein, chargé de moins de 100 pouds, est considéré comme un wagon vide; le tender à frein de la locomotive placée en arrière du train, comme deux wagons chargés à frein. Dans le cas de la double traction, la seconde locomotive compte comme deux wagons chargés à frein, si les rampes n'excèdent pas 0.004, dans le cas contraire, les freins de la seconde locomotive ne sont pas pris en considération.

Freins a main. — Jusqu'en 1880, on employait sur les chemins de fer russes exclusivement les freins à main, d'un système généralement adopté, et maintenant encore on fait usage de trois types de ces freins :

*Type 1*er. — Dans les freins de ce type, l'effort est transmis à un levier coudé qui agit au moyen d'un tirant en fer sur un arbre fixé au-dessous du wagon; cet arbre, en tournant, serre les sabots du frein contre les roues à l'aide de ses deux branches d'une égale longueur et de tirants.

Type 2e. — Il diffère du précédent simplement en ce que l'arbre du frein n'est pas attaché d'une manière fixe, mais suspendu de telle sorte que ses extrémités peuvent balancer autour de centres de suspension.

Type 3e. — Moins usité que les deux premiers, il se distingue par cette particularité que l'arbre du frein n'est pas suspendu directement au longeron du châssis, mais réuni aux tiges de suspension d'une paire de sabots, sur lesquels il agit ainsi directement; la pression est transmise à la seconde paire de sabots à l'aide de leviers et de tirants, comme dans les deux types précédents.

FREINS CONTINUS. — L'augmentation toujours croissante de la vitesse du mouvement des trains de voyageurs, a amené l'application des freins continus aux trains express et les trains-poste.

Les expériences sans résultats bien probants faites sur quelques chemins de fer avec le frein à air non automatique du système Hardy, donnèrent lieu vers 1880 à l'introduction progressive des freins automatiques à air, d'abord du système Westinghouse (air comprimé) sur les chemins de fer Nicolas et du Sud-Ouest et, plus tard, du système Hardy (à vide) sur le chemin de fer de Moscou-Riazane, du système Kœrting sur le chemin de fer de Moscou-Koursk, du système Wenger sur le chemin de fer de Saint-Pétersbourg-Varsovie, etc.

Le Ministère des voies de communication, comprenant toute l'importance de l'application des freins à air perfectionnés, au point de vue de l'accélération de la vitesse du mouvement des trains de voyageurs, a déployé de très grands efforts pour faire progresser cette question; aussi, dès le commencement de l'année 1891, les freins continus de différents systèmes, Westinghouse, Kœrting, Sanders, Soulerin, Hardy, Wenger et Carpentier, furent appliqués sur vingt-huit lignes de chemins de fer, d'une étendue de 17,810 verstes [1], dans 603 trains, à 796 locomotives, 1,751 voitures à frein et 1,747 véhicules intermédiaires [2], pour une somme totale de 1,629,335 roubles.

L'installation des appareils a coûté : pour une locomotive, de 360 à 1,780 roubles; pour une voiture à frein, de 177 à 575 roubles; pour une voiture mixte, de 25 à 107 roubles.

Indépendamment du coût variable de l'appareil du frein proprement dit, quel qu'en soit le système, les différences dans les prix sur les diverses lignes de chemins de fer provient principalement de l'utilisation de conduites d'air et d'autres pièces existantes ou de leur installation nouvelle, ainsi que de l'évaluation fort différente qu'on leur a donnée.

Les prescriptions imposées aux freins continus sont tellement générales, que les chemins de fer ne sont nullement gênés dans le choix du système à adopter ni dans la disposition de l'installation du frein. Le système le plus répandu est celui de Westing-

---

(1) Sans compter les chemins de fer de Varsovie-Bromberg et de Varsovie-Vienne, dont les freins à air non automatiques seront remplacés bientôt, au moment du renouvellement complet du parc des voitures, par des freins à air continus et automatiques.

(2) Y compris 57 wagons à marchandises, qui appartiennent au chemin de fer de Tsarskoé-Sélo.

house (12 lignes), ensuite viennent les systèmes : Hardy (7 lignes), Kœrting (5 lignes), Soulerin (3 lignes), Wenger (1 ligne), Sanders (1 ligne) et Carpenter (1 ligne).

Les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les freins pneumatiques des trains de voyageurs, d'après les règlements impériaux, sont les suivantes :

§ 1. — Les freins continus, nouvellement appliqués au matériel roulant, doivent être automatiques et fonctionner à l'air comprimé ou par le vide.

§ 2. — Les voitures et les wagons munis de freins continus doivent être agencés de telle sorte qu'on puisse faire usage de leurs freins dans les communications directes entre les diverses lignes munies de freins semblables (à air comprimé ou à vide); pour cette raison, tous les joints des tuyaux à air entre les tenders et les voitures, ainsi qu'entre les voitures elles-mêmes, doivent être d'un modèle identique et conformes aux joints en usage dans les trains impériaux.

§ 3. — L'effet du frein doit être énergique et rapide; il doit se transmettre à tous les véhicules freinés dans l'intervalle de temps le plus court possible.

§ 4. — Le nombre d'essieux freinés ne doit pas être inférieur à celui qui est indiqué dans le règlement sur le mouvement des trains. Pour des vitesses dépassant 58 kilomètres à l'heure, ce nombre d'essieux est déterminé par un calcul spécial, soumis à l'approbation du département des chemins de fer.

§ 5. — La pression des sabots des freins, suivant la construction du véhicule, doit présenter : si les sabots ne serrent les roues que d'un côté, 0.5 à 0.8 de la charge transmise aux rails par l'essieu ; si les sabots existent des deux côtés de la roue, la pression ne doit pas être inférieure à 0.8 de ladite charge.

Les freins employés donnent une pression des sabots sur les bandages ne dépassant pas généralement 100 p. c. de la charge transmise aux rails; le frein du système Wenger donne une pression de 120 p. c.

§ 6. — A l'intérieur de chaque voiture doit être installé un appareil, permettant de freiner le train, disposé dans un endroit accessible et bien en vue, entièrement à l'abri de toutes éventualités fâcheuses.

§ 7. — Sur les lignes déjà pourvues de freins non automatiques :

a) Les locomotives doivent être munies de disposition leur permettant de fonctionner, en cas de besoin, avec un système de frein automatique à air comprimé ou à vide;

b) Un dispositif, permettant de transmettre sûrement et rapidement le signal d'arrêt au mécanicien, doit être placé dans chaque voiture; cet appareil doit être dans un endroit en vue, accessible et à l'abri de toute éventualité fâcheuse. La corde-signal ne peut pas être considérée comme un appareil suffisant.

L'ancienne méthode d'essai des freins à air présentait de graves inconvénients et était dispendieuse : elle exigeait des locomotives et des wagons spéciaux, le chauffage de la chaudière, un personnel de locomotive, un ajusteur, des ouvriers et l'immobilisation, enfin, d'un certain nombre de voitures dans les ateliers; on chercha à remplacer ce procédé en organisant des stations d'essais spéciales.

C'est ainsi qu'à Odessa, aux ateliers des chemins de fer de Sud-Ouest, on emploie aujourd'hui le procédé suivant pour essayer les freins du système Westinghouse. Près d'une machine à vapeur fixe de l'atelier des wagons, se trouve attachée au mur une pompe à air ordinaire du système Westinghouse; la vapeur alimentant la pompe est prise sur la conduite principale de la machine; son introduction dans l'appareil est régularisée par une valve spéciale; la vapeur passe de la pompe dans le tuyau d'échappement de

la machine. L'air est refoulé dans un réservoir à air, placé à terre près du mur et recouvert d'une chape; de là il est amené au robinet du mécanicien par un tuyau coudé; ensuite, par un tuyau cintré, suspendu au mur, il est conduit dans un autre tuyau auquel est vissé un tube à joint ordinaire en caoutchouc. La conduite d'air est munie d'un manomètre.

Toute cette installation se trouve placée près de la voie de raccordement des ateliers de réparation dans la section de peinture; toutes les voitures ayant subi une grande réparation passent par cette voie; de cette façon, il n'y a plus aucune dépense à faire pour amener les véhicules dont le frein doit être essayé; chaque essai revient ainsi, toutes dépenses comprises, à 75 copecks par voiture. L'essai consiste à relier une ou plusieurs voitures au joint en caoutchouc; ensuite les freins sont serrés; le mécanicien observe le manomètre dont les indications font savoir s'il y a ou non quelque fuite dans les parties des appareils essayés. S'il ne se manifeste aucune perte de pression, le mécanicien essaye au marteau tous les sabots du frein; d'après le son, il juge de la force avec laquelle les sabots s'appliquent contre les bandages. Si les indications du manomètre accusent une chute de pression, on examine le train et on découvre la portion non étanche à l'aide de l'eau de savon dont on mouille les parties suspectes; des bulles se forment là où passe l'air. Le prix de cette installation s'élève à 567 roubles.

Une installation du même genre existe près de l'atelier des wagons de la ligne Nicolas, pour essayer les freins du système Westinghouse et ceux du système Hardy; la pompe à air et le réservoir principal pour les essais des premiers sont installés dans le bâtiment de l'usine à gaz. Les conduites à air sont disposées de telle sorte qu'on peut toujours y brancher, par l'intermédiaire d'un tube en caoutchouc d'une longueur de 56 pieds, un train ou des voitures séparées, quelle que soit la voie de la remise des wagons occupée par les véhicules à essayer. Pour essayer les freins du système Hardy, une chaudière spéciale de 3.5 chevaux et un éjecteur sont placés dans un bâtiment séparé de la même remise; les conduites à air ne sont dirigées que sur deux voies et reliées aux véhicules à essayer au moyen d'un tube en caoutchouc de 35 pieds de longueur.

Les voitures sont soumises à l'essai après chaque grande réparation, ainsi qu'après les petites qui demandent le démontage de l'appareil même du frein ou des pièces de la conduite d'air; elles le sont encore lors des essais obligatoires (une fois par mois) que l'on fait pour se rendre compte du bon fonctionnement des robinets d'arrêt placés à l'intérieur des voitures.

5. — Chauffage, éclairage, graissage et nettoyage des voitures et des wagons.

Chauffage des voitures. — La recherche d'un mode de chauffage convenable a fait depuis longtemps l'objet des études des ingénieurs russes en même temps qu'elle a été l'un des soucis les plus sérieux du Gouvernement et des compagnies de chemins de fer. Cette question a une grande importance en raison du climat rigoureux du pays et des longs parcours que les voyageurs ont généralement à faire.

Sur l'initiative du conseil d'administration de la Grande Société des chemins de fer russes, une commission technique spéciale a dressé, en 1871, un programme de concours pour le meilleur projet de chauffage des voitures, mais le prix n'a jamais été décerné.

Les dépenses de chauffage des trains de voyageurs sur toutes les lignes russes s'élevaient, en 1891, à 267,691 r. 9 c., soit 21 $^1/_2$ copecks par 100 train-verstes pour tous les trains.

On emploie sur les chemins de fer russes les procédés de chauffage suivants : chauffage continu au moyen de la vapeur fournie par des chaudières spéciales placées dans le train ou par la chaudière de la locomotive, et chauffage de chaque voiture séparément, par la vapeur, à l'eau chaude, à l'air chaud ou au moyen de poêles ordinaires.

Les vitres des voitures sont ordinairement doubles, ainsi que les portes, qui doivent se fermer hermétiquement. Dans les trains de voyageurs de quelques chemins de fer, on ménage entre les voitures des couloirs fermés (trains-accordéons).

On emploie pour le chauffage des voitures les combustibles les plus variés, tels que le bois, la houille, l'anthracite, le coke, la tourbe et les briquettes.

Le combustible est conservé dans des soutes spéciales.

La ventilation s'opère par des ventilateurs de l'un des systèmes : Fecht, Volpert, Leycock, Kening-Leyton, par la lanterne-ventilateur Pintsch ou par des clapets de ventilation, placés au-dessus des fenêtres [1]. Parmi ceux-ci on peut citer le clapet employé dans les voitures du chemin de fer Moscou-Riazane; quand le clapet est ouvert du côté du vent, l'air extérieur entre dans la voiture et se dirige vers le plafond, où il se mélange avec l'air intérieur; en ouvrant le clapet du côté opposé au vent, on laisse s'échapper l'air vicié au dehors.

Le système de chauffage continu le plus répandu est le chauffage à la vapeur inventé par l'ingénieur russe Dérchau [2]. Ce système, connu depuis plus de vingt ans, est appliqué avec plus ou moins de variété dans les détails, à environ 1,500 voitures à couloirs longitudinaux, du type usité en Rusie, sur les lignes suivantes : Nicolas, Saint-Pétersbourg-Varsovie, Koursk-Kiév, Moscou-Koursk, Moscou-Riazane, Kozlov-Voronège-Rostov, Riazane-Kozlov, Oural, Kharkov-Nicolaïév, Riga-Dvinsk, Dvinsk-Vitebsk, Transcaucase, Riga-Toukoum, Ivangorod-Dombrova, etc.

Dans ce mode de chauffage, on fait usage soit d'une grande chaudière placée dans un wagon spécial et se trouvant, lorsque la chose est possible, au milieu du train, soit d'un certain nombre de petites chaudières dont chacune sert à chauffer deux à trois voitures; ces petites chaudières sont placées dans des cabines spéciales (volume, 2.2 à 3 mètres cubes) d'une voiture de 2e ou de 3e classe.

Le chauffage des voitures par la vapeur prise sur la chaudière de la locomotive, procédé fort connu à l'étranger, ne s'emploie en Russie que sur un nombre restreint de

(1) Voir *Compte rendu de la session de Saint-Pétersbourg du Congrès international des chemins de fer*, vol. II : « Exposé de la question du chauffage continu », par M. Tchaïkovsky, p. XIII-26 et 27. L. W.

(2) Voir *Ibidem*, p. XIII-9. L. W.

lignes, à savoir : Moscou-Riazane, Transcaucase, Riga-Dvinsk, Dvinsk-Vitebsk, Tsarskoé-Sélo et Ivangorod-Dombrova.

Pour élever la température à l'intérieur de la voiture à +10° R, lorsque le thermomètre marque —10° R au dehors, il faut 1 ½ heure. Avec des appareils ventilateurs Volpert (aération par le plafond), et si on n'ouvre pas les clapets supérieurs des fenêtres, la quantité d'air chauffé par heure et par voyageur est de 3.5 mètres cubes.

Au début de la mise en pratique du chauffage système Dérchau, l'installation coûtait de 560 à 936 roubles par voiture de 1re et de 2e classe, suivant leur longueur, et 375 roubles par voiture de 3e classe. Ce prix élevé s'explique principalement par la provenance étrangère de toutes les pièces de l'appareil, par la forte perte due au change et par des droits élevés de douane. A présent, grâce à la fabrication en Russie de toutes les pièces, l'installation du chauffage avec chaudière pour un train complet revient de 150 à 265 roubles par voiture; le prix dépend du type des voitures et de leur nombre dans le train. L'installation du système de chauffage avec de petites chaudières revient plus cher, et le chauffage des voitures isolées, par exemple des voitures à huit roues, fait monter le chiffre des dépenses à 1,200 roubles.

Les dépenses annuelles pour les réparations des appareils du chauffage à la vapeur sont très variables; elles sont rarement séparées, dans la comptabilité, des dépenses de la réparation des voitures. En 1881, la réparation des chaudières a coûté au chemin de fer du Sud-Ouest, 3,751 r. 50 c., et la réparation des appareils de chauffage, 3,563 r. 67 c.; ce qui donne pour chacune des 180 voitures en circulation, 40 roubles, soit 7.3 copecks par heure et par voiture (le nombre total d'heures étant de 99,591).

La consommation du combustible pour le chauffage des chaudières sur les mêmes lignes du Sud-Ouest a été, en 1881, de 0.62 poud de houille par voiture et par heure dans le courant des quatre premiers mois et de 0.26 poud, pendant les quatre derniers mois de l'année.

Sur la ligne Nicolas, la dépense du combustible, à raison de 15 r. 30 c. la sagène cube de bois, revenait de 0.51 à 0.54 copecks par train-verste, soit 3.57 sagène cube par 1,000 voiture-heures, à une vitesse moyenne de 39 verstes (41.5 kilomètres) à l'heure. Sur quelques autres chemins de fer, on évalue la quantité de combustible pour chaque allumage de la chaudière de 0.007 à 0.006 sagène cube de bois et pour le chauffage à la vapeur, proprement dit, à 0.352 poud de houille par voiture-verste,

Sur les lignes où la vapeur de chauffage est prise à la locomotive, il est accordé au mécanicien du train une allocation supplémentaire de combustible pour le chauffage du train. Par exemple, au chemin de fer Dvinsk-Vitebsk, ce supplément est de $^{0.0042}/_{2}$ sagène cube de bois par train-verste; au chemin de fer de Riga-Dvinsk, de 2 livres (800 grammes) de houille; au chemin de Moscou-Riazane, de 4 livres (1k600) de houille. Au chemin de fer Ivangorod-Dombrova, aucun supplément n'est alloué au mécanicien.

Parmi les autres systèmes de chauffage, ayant reçu quelque application sur les chemins de fer russes, il faut citer les systèmes : suédois de Lillaeuck et russe de Berner (1).

(1) Voir *Ibidem*, p. XIII-16 et suivantes. L. W.

Le système suédois, admis dans quelques wagons des chemins de fer du Sud-Ouest, comporte un tuyau à vapeur en fonte à ailettes et renfermé dans une caisse en bois; le tuyau est placé en dessous du plancher de la voiture et diagonalement, pour augmenter la surface de chauffe. L'air s'introduit par les orifices inférieurs de la caisse, s'y réchauffe au contact du tuyau et passe ensuite par les bouches ménagées dans le plancher de la voiture sous les sièges des voyageurs. Les bouches peuvent être fermées par des clapets à main. Par suite de la position diagonale du tuyau de chauffage, les tubes de raccordement entre les voitures se trouvent placés en dehors des appareils d'attelage; ces tubes sont cintrés vers le haut, afin de les préserver de l'accumulation de l'eau de condensation.

Dans le système de Berner appliqué à seize voitures du chemin de fer Moscou-Riazane, la vapeur de la locomotive, après avoir passé par une valve de réduction, circule le long du train au moyen d'une conduite principale placée à la partie supérieure des voitures et de là descend dans les tuyaux de chauffage proprement dits, terminés par des condensateurs. Chaque voiture, dépourvue de cloisons intérieures, a au moins deux condensateurs de chaque côté; une voiture à compartiments séparés doit être pourvue d'autant de condensateurs qu'elle possède de compartiments.

La conduite principale est enveloppée d'un tissu en laine dans les parties passant sous le milieu du plafond de la voiture; les parties traversant le tender et le fourgon à bagages sont, en outre, enveloppées de feutre recouvert de toile cirée.

Les tuyaux à vapeur raccordant la conduite principale aux tuyaux de chauffage sont munis, à la partie supérieure, de robinets de purge, pour éviter l'accumulation de l'eau condensée. Les tuyaux de chauffage ont une inclinaison de 2 à 3 pouces sur toute leur longueur vers les condensateurs.

Aujourd'hui, les nombreux condensateurs de ce système de chauffage sont remplacés sur le chemin de fer de Moscou-Riazane par des robinets de purge.

Pour le cas où les appareils du chauffage à la vapeur seraient avariés, ou si une voiture pourvue d'un pareil système de chauffage se trouvait placée entre des wagons à marchandises, chaque voiture à voyageurs est munie d'un poêle ordinaire.

La ventilation des voitures, dans le système Berner, se fait à l'aide d'orifices ménagés dans le plancher, sous les caisses longitudinales qui enferment les tuyaux du chauffage proprement dits. L'air pénètre dans la voiture par les bouches à clapets, tandis que l'air vicié de la voiture s'échappe par les ventilateurs du plafond. Les tubes de raccordement en caoutchouc entre les voitures, cintrés vers le haut, sont réunis aux bouts métalliques des tuyaux par des raccords de M. Ekarév.

Les salaires des agents attachés au service du chauffage à vapeur se trouvent ordinairement fixés dans les limites suivantes : le chauffeur de la petite chaudière reçoit de 15 à 18 roubles par mois, plus une certaine prime par verste; pour le service des grandes chaudières (système Field et autres), le mécanicien reçoit 25 roubles d'appointements, 5 roubles d'indemnité de logement et 3 roubles de prime par 1,000 verstes de parcours de la voiture; l'aide mécanicien reçoit 15 roubles d'appointements, 3 roubles d'indemnité de logement et 1 $^1/_2$ rouble par 1,000 verstes de parcours.

Dans les projets de budgets annuels de la plupart des chemins de fer, les dépenses pour le chauffage des trains et la réparation des appareils de chauffage sont calculées d'après la moyenne des dépenses effectives des trois dernières années de l'exploitation.

Le chauffage à l'eau chaude a été introduit dans les chemins de fer russes plus tard que celui à la vapeur; néanmoins, il existe déjà depuis une vingtaine d'années. Parmi les systèmes de chauffage des voitures isolées à l'eau chaude, les plus connus sont ceux de Léonov et de Baker.

Le premier système, assez répandu, est disposé comme suit : au-dessus d'une petite chaudière, installée sur le plancher de la voiture ou en dessous de celui-ci, est placé un petit réservoir. La chaudière est munie d'une trémie, servant à la remplir de combustible. Pour conduire le feu, on dispose un registre dans la cheminée et un cendrier sous le foyer de la chaudière. Le tuyau chauffeur sort de la chaudière, passe par le réservoir, serpente tous les sièges, où il est recouvert d'une caisse en bois, fait le tour de la voiture et revient à la partie inférieure de la chaudière. L'air intérieur est introduit dans la chaudière par les tubes aux extrémités recourbées, fixés à sa partie inférieure; il est chauffé au contact des tuyaux chauffeurs à ailettes et passe par les bouches de la caisse dans l'intérieur de la voiture. Les tuyaux à ailettes sont parfois remplacés par des radiateurs en forme de boîtes, pourvus de volets permettant de laisser s'échapper l'air chauffé. Sur les parties hautes des tuyaux chauffeurs sont placés des robinets de purge, pour faire évacuer l'air, qui pourrait nuire à la circulation de l'eau. La température de la voiture est amenée à $+10^\circ$ R. en deux ou trois heures. La répartition de la chaleur est assez uniforme. La différence des températures en haut, en bas et aux deux extrémités de la voiture atteint 1 $^1/_2$ à 3° R. La vitesse de l'air chaud, surtout par les bouches des caisses, est de 2.18 pieds (0^m627) par seconde. La quantité d'air frais chauffé par heure et par voyageur est de 9 mètres cubes. La première installation de ce système de chauffage coûte de 320 à 365 roubles par voiture. La consommation d'anthracite et de coke par heure et par voiture est de 3 à 5 livres ($1^{kg}200$ à 2 kilogrammes); celle de la houille : 4 pouds (64 kilogrammes) par poêle et par jour. Des cas de congélation de l'eau dans les tuyaux se produisent rarement.

Dans l'appareil du système Baker, moins utilisé par les chemins de fer que le précédent, le tuyau est renfermé dans le foyer; ce tuyau est rempli d'eau, mélangée de glycérine (afin d'abaisser la température de congélation); il passe en forme de serpentin à travers le foyer, et est disposé ensuite en deux rangs le long de la voiture. L'eau chauffée passe par le serpentin, fait le tour de la voiture, perd sa chaleur et retourne au serpentin.

La première installation revient à 370 roubles par voiture.

Le chauffage à l'eau chaude simplifié, dans les voitures de 3e classe (des chemins de fer Kharkov-Nicolaïev et de Poléssié), consiste à ne placer les tuyaux chauffeurs que sur une paroi latérale de la voiture; on augmente la surface de chauffe en munissant le tuyau supérieur d'ailettes sur toute sa longueur.

Chaque train composé de voitures chauffées à l'eau chaude exige un chauffeur par série de trois ou quatre voitures.

Le chauffage à l'eau chaude est pratiqué sur les lignes suivantes : Varsovie-Térespol, Moscou-Nijni-Novgorod, Libau-Romny, de l'Oural, Kharkov-Nicolaïev, Syzrane-Viazma, Pskov-Riga, de Poléssié, Samara-Zlatooust, Catherine, etc.

Dans le cas de chauffage des voitures à l'air chaud, l'air frais extérieur entre dans l'extrémité élargie d'un tube, placé au haut ou au bas de la caisse de la voiture; l'ouverture de ce tube, en forme d'entonnoir, est ordinairement tournée dans la direction du mouvement du train; l'air entrant est refoulé dans un espace situé entre le poêle et sa chape, où il se réchauffe au contact de la surface en tôle du foyer, muni de radiateurs; l'air chauffé se répartit ensuite sous les sièges (d'un côté de la voiture) au moyen des conduites longitudinales et transversales, pourvues quelquefois de bouches se fermant par des registres. Ce procédé est ordinairement usité pour les voitures de 3e classe.

Pour empêcher le poêle de fumer, on ne le remplit de combustible que jusqu'aux deux tiers de sa hauteur.

Dans les voitures sans cloisons, la différence des températures près du plafond et près du plancher est de 1.5 à 2° R.; elle est un peu plus forte pour l'extrémité de la voiture opposée à celle où se trouve le poêle.

Pour les voitures à compartiments ou à cloisons, cette différence varie de 3 à 6° R., suivant l'éloignement du poêle.

Les poêles ordinaires en fonte et en fer, recouverts d'une chape ou de carreaux en faïence, avec une grille à barreaux rapprochés et garnis à l'intérieur de briques réfractaires, sont employés de préférence dans les voitures de 3e classe et, comme foyers de réserve, dans les voitures de 1re et de 2e classe munies d'un système de chauffage continu.

Le prix d'un poêle est de 50 à 80 roubles; la dépense normale de combustible est de 0.01 à 0.02 de poud de houille par verste de parcours, ou de 0.025 sagène cubique de bois par poêle et par jour.

De petits poêles en fonte sont placés encore dans les wagons-poste et dans les voitures de 4e classe (wagons à marchandises appropriés au transport des ouvriers et des troupes), ainsi que dans les compartiments de service des fourgons à bagages.

Dans le but de prévenir les incendies, les poêles sont placés, conformément à l'ordonnance du Ministère des voies de communication, sur un bâti en fonte ou en fer; le plancher et les parois de la voiture à proximité du poêle sont recouverts de tôle de fer ou d'une couche d'amiante, avec ou sans feutre dessous.

A l'endroit où la cheminée passe par le toit de la voiture, on fixe ordinairement une gaine en tôle double, remplie de sable, afin de protéger le bois de la toiture du contact de la cheminée.

Éclairage des voitures. — L'Administration du chemin de fer Koursk-Kiev proposa, en 1874, à l'examen de la Conférence générale des représentants des chemins de fer, d'ouvrir un concours pour le meilleur mode d'éclairage des voitures, de décerner une prime au meilleur projet, et d'élire une commission spéciale pour étudier cette question. Les conditions du concours devaient être les suivantes : 1° Le système d'éclai-

rage ne doit présenter aucun danger pour les voyageurs ni pour les voitures; 2° il ne doit pas coûter trop cher; 3° il doit être exempt de fumée et, en général, de toute odeur désagréable; 4° il doit donner aux voyageurs la possibilité de lire le soir quelle que soit la place occupée dans la voiture, et 5° il doit être pourvu de dispositions pour que les voyageurs puissent masquer la lumière s'ils veulent dormir.

En mai de 1882, le Comité d'inspection technique du Ministère des voies de communication s'adressa à VIII[e] section de la Société impériale technique russe, la priant de donner son avis sur le meilleur mode d'éclairage qui pourrait être recommandé aux Compagnies de chemins de fer.

L'étude des systèmes d'éclairage alors en usage, à la bougie, à l'huile minérale et au gaz, au point de vue technique et économique, a été entreprise par un membre de cette section, N. Tschaïkovsky, dont le rapport à l'assemblée technique du 29 mars 1884 a provoqué l'adoption de la résolution suivante : « Le rapport établit la valeur relative de chaque système d'éclairage en usage; mais il n'est pas possible de fixer son choix sur l'un de ces systèmes comme pouvant être utilisé sur tous les chemins de fer. »

Les procédés suivants sont appliqués, en Russie, pour l'éclairage des voitures : la bougie, le gaz et, rarement, l'électricité. L'éclairage aux huiles minérales est interdit par ordre du Ministère des voies de communication.

Sur la plupart des lignes russes, l'éclairage se fait au moyen de la bougie de stéarine, d'un modèle spécial, marquée en long aux initiales de la ligne propriétaire. La bougie est ordinairement fixée dans un chandelier en fer-blanc, placé dans le fond d'une lanterne. Plus rarement, on voit des bougies enchâssées dans des douilles avec ressort en spirale, comme celles des lanternes des voitures ordinaires.

Si l'on évalue le prix d'une livre de bougies (4 pièces) à 28 copecks et si l'on compte que la bougie est entièrement brûlée en 7 $^1/_2$ heures, l'heure de bougie revient à 1.25 copeck, sans compter l'amortissement de la faible valeur de la lanterne et la perte de la stéarine par le coulage.

L'éclairage au gaz suivant le système Pintsch, très connu à l'étranger, est employé en Russie dans les trains express et postaux sur les grandes lignes, telles que celles de : Nicolas, Dvinsk-Vitebsk, Orel-Vitebsk, Koursk-Kiev, Moscou-Riazane, Kozlov-Riazane et Moscou-Brest; 600 voitures au total sont équipées pour ce système.

Ce procédé d'éclairage exigeant la fabrication du gaz au moyen de la distillation du naphte brut, de résidus de naphte ou d'huiles minérales, les chemins de fer dont il s'agit ont dû construire des usines dont les dimensions dépendent de la consommation du gaz; il est à remarquer cependant que celui-ci peut aussi être utilisé pour l'éclairage des bâtiments.

Les réservoirs à gaz ont une forme cylindrique; ils sont en tôle rivée de 5 millimètres d'épaisseur; ils ont une longueur de 1^{m}85 et un diamètre de 50 centimètres, et ils sont suspendus aux châssis de la caisse des voitures. Un tuyau souterrain d'alimentation en plomb passe le long d'une des voies de garage et est relié au réservoir de l'usine. Ce tuyau porte, à des intervalles déterminés, des branchements qui passent dans des petites colonnes verticales en fonte, munies de robinets et de conduites en caoutchouc; un de

ces robinets est vissé, en cas de besoin, à l'orifice d'admission du réservoir de la voiture, et le gaz y est refoulé. La pression du gaz est indiquée par les manomètres; elle ne doit pas dépasser 6 atmosphères; la quantité du gaz est calculée pour l'éclairage de la voiture pendant trente-six heures.

Le réservoir de la voiture communique avec une conduite intérieure; il passe d'abord par un régulateur très sensible du système Pintsch, placé sous la caisse de la voiture, et entre ensuite dans des tubes distributeurs de 0^m007 de diamètre qui l'amènent aux becs dans des lanternes de plafond de types très variés.

La lanterne du chemin de fer Nicolas est garnie à la partie supérieure d'un réflecteur émaillé et, vers le bas, d'un couvercle hémisphérique en verre; celui-ci peut être fermé hermétiquement, de façon à isoler complètement l'intérieur de la lanterne.

Dans la lanterne ventilateur, également du système Pintsch, en usage, par exemple, au chemin de fer de Moscou-Riazane [1], l'air intérieur de la voiture est aspiré au dehors, pendant la marche du train, à l'aide d'un orifice circulaire. L'appel de l'air a lieu grâce à l'échauffement de la cheminée intérieure, par laquelle passent les produits de la combustion.

La lanterne ventilateur à gaz, d'une autre construction, employée au même chemin de fer, permet la substitution des bougies au gaz, dans le cas où celui-ci ne pourrait fonctionner; on visse alors un chandelier sur le bec de gaz; le réflecteur est démonté et remplacé par un globe hémisphérique en verre mat.

Les corridors sont éclairés par des lanternes murales.

Toutes les lanternes à gaz s'allument de l'intérieur des voitures.

Pendant les grands froids, le système Pintsch n'a donné lieu, jusqu'à présent, à aucune grande avarie, ni à des détériorations sérieuses.

La dépense de gaz par bec et par heure est de 0.837 pied cube (près de 25 décimètres cubes), et la puissance de la lumière d'une lanterne est égale à 6 bougies. Le prix d'un pied cube (29 décimètres cubes) de gaz, au chemin de fer Nicolas, est de 1.88 copeck, y compris le prix de la matière brute et les 5 p. c. pour l'amortissement annuel du prix de la construction de l'usine et de l'installation des appareils d'éclairage dans les voitures; ainsi le prix de 0.857 pied cube de gaz est de 1.6 copeck.

Aux chemins de fer où l'on éclaire au moyen de gaz non seulement les voitures, mais aussi les gares, les ateliers et les dépôts, comme cela se fait sur la ligne de Moscou-Brest, le prix du gaz est moindre : 1 pied cube (29 décimètres cubes) revient à 1.63 copeck, y compris l'amortissement du capital; si on ne tient pas compte de cet amortissement, 1 pied cube ne revient alors qu'à 0.8 de copeck, comme sur la ligne de Moscou-Riazane.

L'éclairage électrique des trains en Russie se trouve encore dans la période des premiers essais. On peut signaler l'application de ce genre d'éclairage dans les trains express des chemins de fer du Sud-Ouest [2], ainsi que son installation sur la ligne

(1) Voir *Ibidem*, p. XIII-27. L. W.

(2) Voir le *Compte rendu de la troisième session du Congrès*, vol. II. « Exposé de la question de l'éclairage des trains et des gares », par E. Sartiaux et L. Weissenbruch, p. XI-26.

Saint-Pétersbourg-Varsovie; comme exemple complet, on peut donner une courte description de l'installation de l'éclairage à l'électricité du train impérial du chemin de fer Nicolas [1].

L'usine électrique se trouve dans un fourgon spécial, qui transmet la lumière à 127 lampes à incandescence, savoir 84 de 8 à 10 bougies et 43 de 5 bougies.

Les lampes peuvent être allumées ou éteintes à volonté, séparément à l'aide de commutateurs. Pendant la marche et les arrêts, la force de la lumière est toujours la même.

Un premier compartiment du fourgon contient : une chaudière à vapeur du système Belleville, alimentée par de l'eau prise sur le tender au moyen de pompes à vapeur, une machine à vapeur, une dynamo, une caisse à eau et une soute à charbon. Les accumulateurs, au nombre de 72, sont rangés en deux groupes parallèles de 36 éléments reliés en série. L'un de ces deux groupes se trouve placé dans le fourgon et l'autre dans une voiture de 2e classe.

Un deuxième compartiment du fourgon-usine est destiné à l'ingénieur du train et à son aide. Il s'y trouve aussi une horloge, un manomètre, un téléphone, etc.

Dans un troisième compartiment sont disposés douze couchettes destinées à la brigade technique et un magasin où sont conservés les matières de graissage, les pièces de rechange, une caisse à eau, un poêle, des lanternes et des vérins.

La première installation de l'éclairage électrique dans le train a coûté plus de 3,500 roubles; plus tard, une nouvelle installation, pour laquelle on avait pu utiliser de vieux objets et appareils, est revenue à 10,986 roubles.

Vu la courte durée de l'éclairage électrique, le prix d'une heure d'éclairage n'a pas encore été déterminé [2].

En 1890, la dépense totale pour l'éclairage des trains de tous les chemins de fer russes était de 265,114 r. 71 copecks, soit 21.6 c. par 100 train-verstes.

Graissage des voitures et wagons. — Autrefois, avant l'établissement des relations directes pour les trains de marchandises entre les différents groupes des chemins de fer, le graissage des voitures et des wagons se faisait principalement par les ouvriers des stations; plus tard, quand le mouvement prit une plus grande extension, et que grandit la responsabilité du graissage convenable des trains, un *graisseur* spécial fut attaché à chaque train de voyageurs, les graisseurs de stations n'ayant plus à leur charge que le graissage des trains de marchandises dans les grandes gares et les gares d'échange.

Vers 1880, il fut créé sur plusieurs lignes un nouvel emploi de graisseur-garde-train, qui réunit les obligations du graisseur pendant les arrêts avec les devoirs de garde-train en marche dans les trains de voyageurs et de marchandises; une partie du

(1) Voir *Ibidem*, p. XI-29.

(2) D'après les renseignements que nous possédons, un système semblable d'éclairage électrique coûte, aux chemins de fer français et américains, de 3 à 5 centimes par lampe-heure, suivant l'intensité de la lumière et certaines simplifications, telles que le remplacement de la vapeur prise à une chaudière spéciale par la vapeur de la locomotive.

salaire de ces agents est payée par le service de la traction et l'autre par celui du mouvement (chemins de fer Orel-Griazi, de la Vistule, de Donetz, etc.); le cumul de ces deux emplois n'a pas exigé l'augmentation du nombre de garde-trains. Il y a cependant encore quelques lignes où le graissage est fait exclusivement par des graisseurs de stations.

Outre leurs appointements fixes, qui varient dans les limites de 180 à 216 roubles par an, les graisseurs-garde-train reçoivent sur certaines lignes leur équipement, une indemnité de logement et une indemnité journalière. Cette dernière indemnité n'existe que pour les trains d'ouvriers et de ballast; les graisseurs des trains à voyageurs touchent une prime verstique qui, selon la saison et le genre des trains, varie de 1 r. 50 c. à 4 roubles par 1,000 train-verstes. Les graisseurs en chef ne touchent qu'un appointement annuel de 480 à 600 roubles.

Le graissage périodique, c'est-à-dire le remplissage des boîtes à graisse pour un temps déterminé (de deux à quatre semaines), n'est plus pratiqué qu'aux chemins de fer du Transcaucase et du Sud-Ouest.

Les matières de graissage consistent en huile végétale et minérale (résidus de naphte) ou en suif; celui-ci n'est plus employé qu'en faible quantité.

La dépense normale de ces matières est fixée, sur chaque chemin de fer, d'une manière différente pour l'été et pour l'hiver; pour base de calcul, on prend les quantités dépensées pendant les années précédentes; la dépense des matières de graissage dépend non seulement du type des boîtes à graisse, de l'état d'entretien des véhicules, de la surveillance, etc., mais aussi de la qualité du ballast qui produit en été, pendant la marche des trains, une quantité plus ou moins grande de poussière. En général, pour la plupart des chemins de fer, on peut admettre les normes suivantes pour la dépense des matières de graissage par 1,000 essieu-verstes :

Huile et suif, en hiver . . .	de 0.6 livre (240 gr.) à 2 livres (800 gr.) [1].
— en été . . .	de 1.2 livre (480 gr.) à 2 $^1/_2$ livres (1 kilog.).
(Dans ces quantités, le suif figure pour $^1/_{15}$ à $^1/_{20}$.)	
Déchets de coton.	0.175 livre (70 gr.).
Mèches de graissage en laine	0.005 livre (2 gr.).
Fil de fer.	0.002 livre (0.8 gr.).

Les quantités d'autres instruments de graissage, tels que : brosses à graissage, rondelles en bois, etc., sont déterminées d'après les chiffres effectifs des années précédentes.

Outre cela, pour le remplissage des boîtes à graisse des voitures et des wagons, après une grande réparation ou une visite périodique, il est alloué 2 $^1/_2$ livres (1 kilogramme) de matières de graissage, dont $^1/_{15}$ à $^1/_{20}$ de suif, par boîte à graisse.

Le prix du suif varie dans les limites de 4 r. 50 c. à 5 r. 60 c. et 6 roubles le poud. Quant aux prix des huiles minérales, qui ont presque entièrement remplacé les huiles végétales (de navette et de chanvre), ils diffèrent considérablement, suivant la partie du pays traversée par le chemin de fer, c'est-à-dire suivant son éloignement des localités où sont exploitées les sources de naphte,

---

[1] Dans le commerce, en Russie, 1 livre = 400 grammes, 1 kilogramme = 2.5 livres.

des lieux de distillation des huiles minérales et, principalement, suivant la qualité de celles-ci.

Le prix d'un poud d'huile minérale de graissage a été, en 1890 :

Aux chemins de fer de	Griazi-Tsaritsyne	16 copecks.
—	Kozlov-Voronège-Rostov	28 —
—	Riazane-Kozlov	23 —
—	Orel-Griazi	28 —
—	Rybinsk-Bologoë	35 —
—	Libau-Romny	42 —
—	Poléssié	45 —
—	Vladicaucase	50 —
—	Koursk-Kharkov-Azov	50 —
—	Fastov	62 —
—	Baltique	65 —

L'économie réalisée dans l'emploi des matières de graissage donne lieu à une prime d'économie de 50 p. c., qui revient aux graisseurs; dans le cas où les bases allouées sont dépassées, on fait une retenue sur les salaires des graisseurs.

Pour les avaries des boîtes à graisse et des coussinets par suite de négligence dans le graissage, les graisseurs sont mis à l'amende.

Les boîtes à graisse du type le plus répandu sont celles dont le fond est rempli de déchets de coton imbibés de graisse et où le graissage à l'huile se fait par la partie supérieure. Celles dans lesquelles une brosse placée à la partie inférieure presse sur la fusée, sont d'un emploi restreint.

A l'intérieur des côtés latéraux des boîtes à graisse sont enchâssées des rondelles en bois garnies de feutre, ou des rondelles en carton.

Pour le remplissage de la partie inférieure, on mêle aux déchets de coton des copeaux de tilleul et de tremble.

Les coussinets sont généralement en bronze; on emploie aussi d'autres alliages (métal blanc), où l'étain, le plomb, etc., entrent dans des proportions variables ainsi que le bronze phosphoreux. Les coussinets des wagons de marchandises sont faits aujourd'hui, sur beaucoup de chemins de fer, avec un alliage de plomb, dont le poud coûte 2 roubles, tandis que le poud de l'alliage d'étain pour la même fabrication coûte 22 roubles.

On donne la préférence aux coussinets en métal blanc; leur coefficient de frottement est de 12 à 20 p. c. moindre que celui du bronze.

Une commission spéciale a fait des expériences pour déterminer la ténacité et la capacité lubrifiante de différentes huiles; l'importance de la valeur du frottement intérieur a été établie par les recherches théoriques du professeur N. Petrov, et au moyen d'une série d'expériences entreprises au moyen d'un appareil de son invention. Cet appareil sert aujourd'hui à déterminer le coefficient du frottement intérieur dans les laboratoires des chemins de fer [1].

---

[1] Voir le *Compte rendu de la quatrième session du Congrès*, vol. II. « Résultats de la méthode Petrov, pour l'essai des huiles lubrifiantes », par N. Hoffmann, p. XV-H 10. Voir aussi « Recherches théoriques et expérimentales du général Petrov », par P. Verole, *Bulletin du Congrès des chemins de fer*, de juillet 1888. L. W.

En 1890, les dépenses pour le graissage des voitures et des wagons sur tous les chemins de fer russes se sont élevées à 892,841 r. 78 c., soit 72 copecks par 100 train-verstes.

Nettoyage et désinfection des voitures et wagons. — La dépense générale pour le nettoyage et la désinfection des voitures et wagons sur tous les chemins de fer russes s'est élevée, en 1890, à 267,088 r. 38 c., soit 21 $^1/_2$ copecks par 100 train-verstes.

La dépense pour le nettoyage des voitures dépend de la longueur de la ligne, du parcours des voitures, du système de chauffage (à la houille ou au bois) et du caractère du ballast de la voie, donnant une plus ou moins grande quantité de poussière.

Sur la ligne Nicolas, outre le nettoyage des wagons arrivant à Saint-Pétersbourg ou à Moscou, on emploie des hommes spécialement pour épousseter les parties rembourées des voitures de 1re et de 2e classe, pour pulvériser de l'eau de goudron de pin et laver avec cette eau les planchers de toutes les voitures, ainsi que les sièges des cabinets d'aisances et les urinoirs.

Autrefois, on employait dans ce but le liquide Djeiss et une poudre aromatique désinfectante, mais il a été reconnu que ces substances chassent la mauvaise odeur sans désinfecter effectivement; en outre, leur prix s'est élevé dans ces derniers temps. Des recherches récentes ont démontré que la solution d'acide phénique et l'eau de goudron tuent les micro-organismes et occupent, comme antiseptique, le second rang après le sublimé corrosif; en outre, ces produits sont de provenance russe et se recommandent par leur bas prix.

Pendant une épidémie, l'intérieur des voitures de 3e classe est arrosé de temps en temps au moyen d'une solution de sublimé corrosif.

Pour le nettoyage intérieur et extérieur des voitures, on emploi des hommes de peine dont le nombre est en rapport avec le mouvement des voyageurs et la saison.

En été, ce nombre est de 20 p. c. plus grand qu'en hiver.

Ces hommes touchent un salaire fixe de 120 à 216 roubles par an, mais sur certaines lignes (Riga-Dvinsk, par exemple), ils sont payés à la journée.

Beaucoup de chemins de fer font usage de housses pour en couvrir les sièges des voitures de 1re classe. Le lavage de ces housses se fait le plus souvent dans des buanderies privées.

La désinfection des wagons à marchandises, employés pour le transport du bétail, a toujours été une préoccupation du gouvernement et des administrations de chemins de fer. La circulaire du Comité de l'inspection technique, du 9 mars 1876, n° 1298, impose à tous les chemins de fer de procéder à la désinfection des wagons à bestiaux par la vapeur prise à la locomotive, après avoir enlevé soigneusement le fumier. Ce genre de désinfection est usité par tous les chemins de fer; quelques-uns font, en outre, pulvériser du sulfate de fer à l'intérieur de ces wagons, après leur échaudage à la vapeur. On emploie généralement pour ces opérations des hommes de peine, payés à la journée. La désinfection à la vapeur coûte de 12 à 30 copecks par wagon.

Dans les principaux centres d'arrivage du bétail, aux gares de Moscou et de Saint-Pétersbourg

par exemple, il existe un service spécial de vétérinaires pour surveiller l'état sanitaire du transport du bétail.

Le travail de nettoyage des voitures revient à 6.5 copecks par 100 voiture-verstes.

L'allocation annuelle des matières servant au nettoyage et à la désinfection des voitures et des wagons est calculée d'après les dépenses des trois années précédentes.

Le matériel de nettoyage consiste en : chiffons, éponges, peaux de chamois, déchets de coton, étoupe, savon, essence de térébenthine, benzine, balais, brosses, pelles, acide phénique, tuyaux en caoutchouc et combustible pour l'échaudage à la vapeur de l'intérieur des wagons. Le prix de ces matières est de 2.5 à 3.3 copecks par 100 train-verstes.

6. — Réparation des voitures et des wagons.

Considérations générales. — Les ateliers de nos chemins de fer servent avant tout à la réparation du matériel roulant.

La quantité des wagons détériorés, hors de service par suite des avaries, est variable pour les différentes lignes, suivant le travail des wagons, leur type et d'autres conditions purement locales.

Toutefois, la grande réparation des voitures est le plus souvent imposée par la nécessité de réparer la garniture intérieure et la peinture extérieure du véhicule. Cette nécessité s'impose après cinq ans de service de la voiture si les locomotives sont chauffées au bois ou à la tourbe, et après quatre ans, si elles le sont au combustible minéral.

La grande réparation de la voiture, comprenant le renouvellement des châssis, des pièces métalliques ou de bois, de la garniture intérieure et de la peinture extérieure, a lieu après quatre à cinq années de service continuel, ce qui correspond à un parcours de 65,000 à 85,000 verstes; la grande réparation des wagons à marchandises ne se fait qu'après dix à douze années de service, soit après un parcours de 150,000 à 180,000 verstes, si toutefois la peinture de la caisse a été renouvelée à temps, à des intervalles variables pour chaque ligne.

En général, la quantité moyenne des wagons avariés est d'environ 20 p. c. pour le matériel à voyageurs et de 8 à 10 p. c. pour le matériel à marchandises, sans compter les véhicules brisés, brûlés ou dont les caisses ne sont plus réparables.

La durée de la grande réparation d'une voiture de 1re ou de 2e classe est d'un mois et demi à deux mois; elle n'est que d'un mois à un mois et demi pour les voitures de 3e classe et les wagons à marchandises.

La moyenne réparation des voitures se fait à peu près tous les deux à trois ans; on répare la partie roulante et l'on nettoie, rafraîchit et refait l'intérieur des voitures, en même temps qu'on repeint leur extérieur; l'intérieur des voitures de 3e classe est aussi repeint.

La moyenne réparation, avec le renouvellement de la peinture extérieure des wagons à marchandises, a lieu tous les cinq à six ans; leur visite se fait tous les deux ou trois ans, conformément aux règlements relatifs aux relations directes des chemins de russes; on procède alors à de menues réparations.

Prix de revient des réparations. — Le prix de revient des grandes réparations dépend en premier lieu du prix des matériaux dans la localité, du prix des pièces de rechange et de la main-d'œuvre; le type des véhicules et leur état d'entretien antérieur, ainsi que l'organisation du travail, jouent également un rôle important dans cette question.

La dépense effective pour le renouvellement et les réparations des véhicules de tous les chemins de fer russes a été, en 1890, de 2,691,440 roubles, soit 217 roubles par 100 train-verstes.

Sans compter la réparation des roues, la construction de nouvelles caisses de voitures, d'après un modèle modifié, a coûté en moyenne :

Avec le renouvellement complet de la garniture intérieure :

5,000 à 6,000 roubles	par voiture de	1re classe.
3,500 à 5,000 —	—	1re-2e classe.
3,000 à 3,900 —	—	2e classe.
2,000 —	—	3e —

Sans modification du modèle :

3,600 roubles	par voiture de	1re classe.
1,100 —	—	2e —
650 —	—	3e —

La réparation ordinaire des voitures a coûté en moyenne :

Grande réparation.	Moyenne réparation.		
1,100 à 2,700 roubles	130 à 150 roubles	par voiture de	1re classe.
1,000 à 1,500 —	100 à 450 —	—	1re-2e classe.
900 à 2,100 —	100 à 450 —	—	2e classe.
200 à 400 —	60 à 100 —	—	3e —
450 à 800 —	200 à 400 —	par voiture-poste.	
200 à 400 —	60 à 100 —	par voiture de prisonniers	
110 à 150 —	40 à 60 —	par fourgon à bagages.	

Dans ces chiffres est comprise la peinture complète des voitures, qui revient à :

135 à 300 roubles	par voiture de	1re classe.
100 à 170 —	—	2e —
100 à 150 —	—	1re-2e classe.
90 à 150 —	—	3e classe.
125 à 200 —	par voiture-poste.	
60 à 90 —	par fourgon à bagages.	

En outre, les menues réparations des voitures, dont le crédit est calculé d'après les dépenses correspondantes des trois années précédentes, reviennent de 4 r. 50 c. à 5 r. 50 c. par 10,000 essieu-verstes de parcours.

CHAPITRE IV

Matériel roulant des lignes secondaires et d'intérêt local.

Par V.-P. KHALETSKI
INGÉNIEUR

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — Au début de l'année 1840, époque à laquelle la largeur normale de la voie des chemins de fer russes a été fixée définitivement à 5 pieds (1m52), la ligne de Tsarskoé-Sélo était déjà en exploitation avec un écartement de 6 pieds (1m83). Cette ligne est donc aujourd'hui encore dans une situation particulière. Elle doit être considérée comme la première ligne d'intérêt local et même, pourrait-on dire, d'intérêt urbain en Russie.

Cependant la question des lignes de chemin de fer d'intérêt local resta longtemps sans être mise à l'étude, en Russie comme à l'étranger. On ne prévoyait même pas alors l'importance de cette question et moins encore celle des lignes secondaires des grands réseaux. Ce n'est que trente à trente-cinq ans plus tard que l'attention des économistes et des ingénieurs s'est portée sur ces sujets spéciaux.

En Russie, la question des chemins de fer d'intérêt divers, au point de vue économique et au point de vue technique, et celle du matériel roulant des lignes secondaires, ont été soulevées au commencement de l'année 1870 en grande partie sur l'initiative de la Commission d'enquête sur l'industrie des chemins de fer en Russie, présidée par le comte Baranov.

Les travaux de cette Commission ont duré du 22 juillet 1876 au 25 août 1882.

C'est sur la proposition du président de la Commission que la question de la classification des chemins de fer, suivant leur importance et leur mode d'exploitation, a été examinée par la VIIIe section de la Société technique impériale russe. Les conclusions de ses délibérations sont formulées de la manière suivante :

1° La division exacte des chemins de fer en classes, suivant leur importance et leurs particularités, afin d'appliquer à chaque ligne le mode d'entretien et d'exploitation qui lui convient, n'est pas possible parce qu'elle dépend presque toujours d'un grand nombre d'indices difficiles à déterminer pour chaque ligne en particulier ;

2° L'impossibilité de cette classification des lignes n'empêche nullement d'employer pour chacune d'elles en particulier le mode d'entretien et d'exploitation qui lui est propre ;

3° Pour bien déterminer la nature de chaque ligne et lui permettre de satisfaire le mieux possible au but pour lequel elle a été créée, on doit laisser aux chemins de fer eux-mêmes pleine initiative dans l'indication de leurs besoins.

C'est aussi au commencement de l'année 1870 que remonte l'envoi en Angleterre d'une commission gouvernementale chargée d'étudier la question des lignes à voie étroite et c'est à la suite de son rapport que furent construites les lignes à voie étroite de Livny, de Novgorod et de Vologda. Il a d'ailleurs fallu longtemps pour que l'exemple de celles-ci servît à prouver l'utilité des lignes à voie étroite.

La nécessité, non démontrée, de lignes de chemin de fer d'un type spécial, en même

temps que le désir bien légitime du Gouvernement d'avoir à sa disposition, dans un but d'utilité générale, un matériel roulant, autant que possible uniforme, a été la raison dominante de la tendance générale qui s'est manifestée de munir les lignes d'intérêt local et les lignes secondaires des grands réseaux d'un matériel roulant du même type que celui des lignes principales.

D'un autre côté, le désir de développer la construction du matériel roulant par l'industrie nationale a conduit le Gouvernement à augmenter les droits d'entrée sur les locomotives et les wagons, et à donner aux chemins de fer l'ordre de commander leur matériel roulant exclusivement à des usines russes. Seule, pour les trois lignes à voie étroite rappelées ci-dessus, l'importation du matériel roulant se faisait sans payer de droits d'entrée et cela pour une quantité déterminée par des feuilles d'estimation.

Par contre, les usines russes, construites et soutenues dans la plupart des cas par le Gouvernement, assez occupées par l'exécution des commandes de l'État, ne pouvaient pas s'occuper beaucoup du développement de la question du matériel roulant à l'étranger. Par conséquent, tout le poids des études et des travaux à faire relativement à des types spéciaux de wagons et de locomotives serait retombé, soit sur les entrepreneurs des lignes locales elles-mêmes, soit sur les chemins de fer en exploitation; or, les premiers de ces types construits en Russie sur leur initiative auraient présenté certainement de tels défauts, qu'il aurait été difficile d'en tirer des conclusions précises et il en serait simplement résulté des dépenses inutiles.

Si, à l'ensemble de toutes ces raisons, l'on ajoute ce fait que le système de tarifs de chemins de fer existant paralysait toute initiative privée, on comprendra que nous n'ayons pas eu de lignes secondaires, surtout en ce qui regarde les conditions techniques de la voie et du matériel roulant, ni pendant la période du développement excessif du réseau ferré russe, ni même après. Jusqu'à présent même on n'a pas encore, en général, en Russie une idée bien nette de leur utilité.

La question d'un matériel roulant spécial, pour les lignes d'intérêt local et pour les lignes secondaires des lignes principales, fut mise à l'étude par la VIII[e] section de la Société technique impériale russe, au cours des années 1881 à 1883, à la suite des rapports de MM. les ingénieurs N.-J. Tchaïkovsky et A.-A. de Wendrich.

A ce propos, elle examina surtout le point spécial du matériel à voyageurs à employer sur les lignes secondaires des lignes principales, et elle proposa de demander au Gouvernement d'autoriser les sociétés de chemins de fer ou les usines, indiquées par elle, à acheter à l'étranger et à importer en Russie, sans payer les droits d'entrée, des modèles de nouveaux types, en en limitant le nombre à trois et à un seul modèle de chaque type pour chaque ligne, et sous la condition que, après essai, la fabrication ultérieure de ces modèles s'exécuterait dans les usines russes. Malheureusement, cette demande a été rejetée, le 19 mars 1883, par l'assemblée générale des membres de la Société, et cette question d'un matériel roulant spécial en est restée là.

En ce qui concerne les règlements ultérieurs du Gouvernement, relatifs aux lignes secondaires, il y a lieu de signaler : 1° le règlement sur les chemins de fer d'intérêt local, approuvé le 15 avril 1887, règlement qui doit subir des modifications dans un avenir très prochain, et 2° le règlement, approuvé le 8 juin 1892, au sujet de la

construction et de l'exploitation des lignes d'accès à traction de vapeur des chemins de fer d'intérêt général [1].

D'après ce dernier règlement, les lignes *d'accès* ou secondaires se divisent en trois catégories relativement au matériel roulant. Dans la première catégorie sont comprises toutes les lignes appropriées au passage des wagons et locomotives des lignes principales; dans la deuxième, celles qui ne sont appropriées qu'au passage des wagons et, enfin, dans la troisième, celles qui ne peuvent servir ni aux wagons, ni aux locomotives, des lignes auxquelles elles se rattachent.

Les paragraphes principaux de ce règlement sont les suivants :

§ 3. — Les règles établies ci-après, pour la construction et l'exploitation des lignes d'accès distinguées en trois catégories, comme il a été dit, concernent seulement les lignes d'accès d'intérêt général à traction de vapeur, des types *à deux rails*, sur lesquelles la vitesse à l'heure ne peut être de plus de 25 verstes.

On ne peut s'écarter de ces règles qu'après en avoir obtenu l'autorisation du Ministre des voies de communication.

§ 4. — Les lignes d'accès de la 1re et de la 2e catégorie ont une largeur de voie égale à celle des lignes principales auxquelles elles se raccordent; pour celles de la 3e catégorie, la largeur de la voie peut être autre, mais non inférieure à 1 pied 11.62 pouces (60 centimètres).

> *Remarque.* — La largeur de la voie se mesure entre les bords intérieurs des champignons des rails.

Ce règlement simplifie les conditions techniques des lignes d'accès à construire dans l'avenir et de leur matériel roulant, le système de construction de ce dernier, dépendant du rayon minimum autorisé pour les courbes, de la charge sur les essieux, etc., etc.

Nous donnons ci-après les conditions techniques principales : même la ligne de Tsarskoé-Sélo, à voie large, exploitée et entretenue d'après les règlements établis pour les lignes à voie normale, y est soumise dans ce qu'elles ont de général. Quant aux règles spéciales, se rapportant tout particulièrement aux locomotives ainsi qu'aux wagons, elles seront indiquées plus loin.

§ 29. — Le système de construction des parties motrices du matériel roulant, et, comme conséquence, la distance entre les essieux extrêmes doivent dépendre du rayon minimum autorisé pour les courbes sur la ligne d'embranchement.

§ 30. — La construction du matériel roulant est déterminée :

a) Pour les lignes à voie large de 5 pieds (1m52), de 4 pieds 8 1/2 pouces (1m44) et 3 pieds 6 pouces (1m07), par des dessins types, approuvés par le Ministre des voies de communication, pour les lignes ayant un intérêt général, et

b) Pour les lignes de 3 pieds 3 3/8 pouces (1 mètre) et 2 pieds 5 9/16 pouces (75 centimètres), par les dessins annexés au présent règlement.

Lorsque la voie est d'une largeur autre que celles indiquées plus haut, il y a lieu, pour chaque cas particulier, de se conformer au dessin du matériel roulant indiqué dans ce paragraphe pour la largeur de la voie qui se rapproche le plus de celle qui a été choisie.

---

[1] Une traduction française complète de ce règlement, due à M. H. de Svientzitzky, ingénieur des voies de communication, directeur du chemin de fer de Novgorod, a été publiée dans le *Compte rendu de la quatrième session du Congrès* (voir vol. III, page XXII/128).

§ 31. — La charge maximum par essieu du matériel roulant, en service, doit dépendre de la solidité de la voie et des ouvrages d'art.

§ 45. — La vitesse des trains entre les stations ne doit pas dépasser les limites fixées, pour les lignes d'accès, par le § 3.

En arrivant sur les lignes principales et dans les stations, de même qu'en passant d'une ligne sur une autre, la vitesse doit être diminuée et ne pas être supérieure à 10 verstes à l'heure.

Dans les cas où des voyageurs et des animaux seraient transportés dans des wagons à marchandises n'ayant ni ressorts, ni tampons élastiques, la vitesse à l'heure ne doit pas être de plus de 15 verstes.

Dans les pentes de plus de 0.025, la vitesse ne doit pas être de plus de 15 verstes à l'heure.

Au cas où la voie est établie pour un certain parcours sur une chaussée ou une route (§ 27), la vitesse à ces endroits ne doit pas être de plus de 12 verstes à l'heure.

Dans les articles suivants du présent chapitre se trouvent des données sur le matériel mobile des chemins de fer d'intérêt local et des embranchements. Ces données ayant été recueillies et groupées pour la première fois, spécialement pour l'*Aperçu*, ne sont pas aussi complètes qu'on l'aurait voulu.

Il y a encore lieu de remarquer que, suivant le § 7 du règlement des lignes secondaires, toutes les lignes d'un intérêt général à moteurs mécaniques, toutes les lignes d'intérêt local ayant aussi des moteurs mécaniques et rattachées aux lignes principales, et les lignes d'accès de toute sorte qui appartiennent aux sociétés des chemins de fer des lignes principales, ou qui sont entretenues par ces dernières suivant convention intervenue avec les propriétaires ou administrateurs, sont du ressort du Ministère des voies de communication. Par contre, toutes les lignes n'entrant pas dans ces catégories, comme, par exemple, les lignes à traction de chevaux, des villes et de leurs environs, sont du ressort du Ministère de l'intérieur. Cette division de gestion des lignes secondaires n'est certainement pas faite pour faciliter le recueil des données qui les concernent. Aussi, le présent *Aperçu* ne comprend-il pas les lignes du ressort du Ministère de l'intérieur.

1. — Locomotives.

Conditions de construction. — Des règlements spéciaux, pour les lignes de chemin de fer d'accès ou secondaires, n'ont été édictés, comme il est dit plus haut, qu'en 1892. Jusqu'à la publication de ces règlements, les susdites lignes se guidaient pour la construction et l'entretien des locomotives sur les règlements généraux, en tant que ceux-ci leur étaient applicables. Il en est encore de même des lignes de chemin de fer construites antérieurement au règlement de 1892; elles ne suivent le règlement qu'en tant que celui-ci leur soit applicable. Ces règles sont les suivantes :

§ 32. — La pression de vapeur dans les chaudières des locomotives des lignes d'accès est fixée à 15 atmosphères.

§ 33. — Toutes les locomotives doivent avoir les accessoires et appareils suivants :

a) Au moins deux soupapes de sûreté sur la chaudière, dont une au moins doit être construite de telle sorte qu'on ne puisse augmenter à volonté sa charge au-dessus de la limite déterminée; cette charge doit permettre à la soupape de se lever verticalement, d'une manière progressive, pour laisser échapper la vapeur;

b) Au moins deux appareils d'alimentation de la chaudière, fonctionnant indépendamment l'un de l'autre; chacun d'eux doit avoir des dimensions suffisantes pour pouvoir alimenter seul la chaudière en marche; l'autre doit être construit de telle sorte qu'il puisse alimenter la chaudière au repos et pomper l'eau en cas d'incendie;

c) Au moins deux niveaux d'eau, indépendants l'un de l'autre; l'un d'eux doit être un niveau à tube de verre, muni d'un grillage de sûreté, et placé bien en vue du mécanicien. Si, pour indiquer le niveau de l'eau dans la chaudière, on emploie, en plus des niveaux à tube de verre, des robinets de jauge, leur nombre, dans ce cas, doit être au moins de deux. Le plus bas de ces robinets doit être placé à une hauteur telle, au-dessus du ciel du foyer, que le niveau de l'eau dans la chaudière, sur la rampe maximum autorisée, soit de 50 millimètres au-dessus du ciel du foyer;

d) Un indicateur du niveau le plus bas admissible dans la chaudière;

e) Au moins un bouchon de sûreté dans le ciel du foyer de la chaudière;

f) Un manomètre, avec indication bien nette de la plus haute pression admissible dans la chaudière;

g) Un sifflet à vapeur;

h) Une cloche ou sirène;

i) Des accessoires pour signaux, suivant les règlements établis pour les signaux;

j) Un appareil contre les étincelles et les flammèches, et un appareil pour retenir les charbons tombant du foyer;

k) Des appareils d'attelage, de traction et de choc, à l'avant et à l'arrière des locomotives et tenders;

l) Des accessoires pour éviter le patinage des roues motrices des locomotives;

m) Des chasse-pierres;

n) Un frein indépendant sur la locomotive ou le tender;

o) Des lanternes de signaux et d'éclairage;

p) Un escalier pour monter sur la plate-forme de la locomotive, près du foyer de celle-ci;

q) Un emplacement sur la locomotive ou sur le tender pour la quantité de combustible et d'eau nécessaire suivant les conditions locales.

§ 34. — Si la ligne d'accès passe dans les rues d'une ville ou de centres habités, dans les limites des embarcadères ou le long des quais, le Ministère des voies de communication peut exiger l'emploi d'un combustible spécial et, dans certains cas même, l'usage de moteurs spéciaux.

§ 35. — Les locomotives des lignes intermédiaires, passant par les rues des villes et villages, doivent être munies de tambours cachant leur mécanisme.

§ 36. — Une locomotive ne peut commencer le service qu'après avoir été dûment visitée et reconnue en bon état et comme n'offrant aucun danger.

Chaque locomotive doit porter les inscriptions suivantes :

a) La plus haute pression de vapeur autorisée;

b) La plus grande vitesse autorisée;

c) L'année et le mois des épreuves subies par la chaudière, ainsi que leur nombre et le lieu où l'épreuve a été faite;

d) Le numéro de la locomotive;

e) L'année de la construction et le nom de l'usine qui l'a construite.

§ 52. — Si la purge des cylindres ou bien la manœuvre des sifflets peut effrayer les animaux, il faut éviter la vidange, et les signaux doivent s'effectuer à la cloche ou à la sirène.

§ 58. — Le mécanicien, sur la locomotive, doit pouvoir faire les signaux suivants au personnel du train :

1° Serrer les freins des wagons;

2° Desserrer les freins;

3° Attention.

TYPES. — Le tableau de la page 162 comprend les éléments principaux des locomotives de neuf lignes de chemin de fer, parmi lesquelles on trouvera celle de Nevsky à voie normale, et de deux lignes d'accès de grandes lignes : Odessa-Estacade et Saint-Pétersbourg-Port. On trouvera ensuite quelques autres renseignements pour chaque ligne séparément :

1° *Chemin de fer de Tsarskoé-Sélo.* — Le chemin de fer de Tsarskoé-Sélo est la première ligne d'intérêt local et même la première ligne de chemin de fer construite en Russie; c'est aussi le seul qui ait une largeur de voie de 6 pieds. Conformément à l'acte de concession, les propriétaires ont le droit de commander leur matériel roulant à l'étranger et de l'importer sans payer les droits d'entrée.

Les premières locomotives ont été commandées : une en Belgique, à l'usine de Cockerill, et six en Angleterre, dans les usines de Stephens, Backward et Taylor. Leur coût a été de 40,000 à 42,000 francs. Chacune avait une force de 40 chevaux-vapeur, et devait, conformément aux conditions techniques, transporter jusqu'à 300 voyageurs dans quelques wagons (voitures). Le chauffage au coke, en 1841, a été remplacé par le chauffage au bois.

De 1846 à 1852, on a fait de nouvelles commandes de locomotives dans les mêmes usines; en 1852, on a commandé quatre locomotives à l'usine Borzig et quatre ont été construites en Russie dans l'usine du prince de Leichtenberg; mais en 1868, des commandes ont de nouveau été faites à l'usine Cockerill, qui a livré deux locomotives pendant chacune des années 1868, 1870, 1873, 1876 et 1877, soit en tout dix locomotives. Ces dernières formaient trois séries, mais différaient peu les unes des autres par leurs dimensions. Leur coût variait suivant les fluctuations du change, et s'élevait de 21,000 à 27,000 roubles.

Les locomotives ne comprenaient d'abord qu'un frein à main; ensuite elles ont été munies du frein automatique Hardy, qui est employé encore actuellement. Le chauffage se fait au bois.

2° *Chemin de fer de Livny.* — Les locomotives du chemin de fer de Livny ont été commandées à l'étranger, savoir : deux locomotives à voyageurs à l'usine de Kitson et cinq locomotives à marchandises à l'usine de Sharp-Stuart; elles ont été reçues sur la ligne en 1870. Les conditions de la voie, avec des rampes de 0.0125 et des rayons de courbes descendant jusqu'à 100 sagènes, ont exigé des locomotives relativement fortes; c'est la raison pour laquelle on a commandé des locomotives à marchandises du système Fairlie; le prix d'inventaire de ces locomotives est de 23,870 roubles, le coût des machines à voyageurs avec tender est de 13,945 roubles. Le type Fairlie est à six essieux, tous moteurs; les locomotives à voyageurs sont à quatre essieux, dont trois moteurs et un porteur avec des roues d'un plus petit diamètre. Un seul tampon central. Les freins sont à main. Le chauffage, qui était au bois, se fait actuellement avec de la tourbe.

3° *Chemin de fer de Novgorod.* — Suivant les statuts, approuvés en 1870 (§ 28), la Société était autorisée à commander son matériel roulant à l'étranger, sans être tenue de payer les droits d'entrée.

Lors de l'ouverture de la ligne, suivant ces mêmes statuts, il devait se trouver sur la ligne trois locomotives mixtes à voyageurs et à marchandises et neuf locomotives à marchandises, toutes à six roues, pesant à vide 12.5 tonnes, la charge maximum par essieu n'excédant pas 5 tonnes et la limite de pression de la vapeur étant de 10 atmosphères. Le poids du train pour les rampes de 0.006 pouvait être de 11,000 pouds, non compris le poids de la locomotive et du tender.

Toutes les locomotives se trouvant sur la ligne ont été commandées à l'étranger, et l'on en a reçu : en 1871, deux locomotives-tender de l'usine Cockerill et quatre à marchandises d'Evonseid ; en 1875, deux locomotives mixtes à voyageurs et à marchandises et quatre à marchandises de Doubs et, en 1878, trois locomotives mixtes à voyageurs et à marchandises et quatre à marchandises de Schwartzkopf. Le chauffage se fait au bois; les freins sont à main. Il n'y a qu'un seul tampon.

4° *Chemin de fer de Iaroslav-Vologda.* — Cette ligne n'a que des locomotives à marchandises. Les dix-huit locomotives reçues en 1872-1873 ont été commandées en Angleterre, dont : douze à l'usine Maning-Vardley et six à l'usine Kitson. En 1880, il a été reçu deux locomotives de l'usine Borzig, à Berlin; en 1891, une locomotive a été commandée en Russie, à l'usine de Kolomna. Le chauffage est au bois et l'attelage central. Toutes les locomotives sont munies de l'appareil Le Chatelier.

5° *Chemins de fer Maltsev.* — Ces lignes ont été construites pour réunir entre elles les différentes usines qui se trouvent à de grandes distances les unes des autres, ainsi que Lioudinov, centre principal de ces usines, avec la station la plus proche (Briansk) du chemin de fer d'Orel-Vitebsk. Quant au matériel roulant, il a été exécuté par ces usines elles-mêmes.

Le nombre total des locomotives, actuellement en service sur ces lignes, est de vingt-deux, dont sept à deux essieux et quinze à trois essieux. Des premières, il en a été construit quatre en 1878, puis il n'en a plus été fait jusqu'en 1882 inclusivement. Les machines à trois essieux ont été construites aux époques suivantes : en 1878, une; en 1880, quatre; en 1881, trois; en 1882, deux; en 1887, trois, et en 1885, deux.

Dans leurs détails, ces locomotives présentent quelques particularités, par exemple, dans la construction des attelages et des tampons, dans la turbine placée sous les tubes à fumée; et, enfin, sous les boîtes à graisse des essieux de l'avant des locomotives à six roues, pour faciliter l'inscription dans les courbes. Les appareils de traction et tampons sont réunis à un système d'attelage central (un seul tampon). La vitesse la plus grande atteinte par ces locomotives est de 28 kilomètres à l'heure.

6° *Chemin de fer de Nevsky-banlieue.* — Les locomotives de cette ligne, qui part de Saint-Pétersbourg, place Znamienska, en face de la gare du chemin de fer Nicolas, sont du type employé dans les villes. Ce sont des locomotives-tender à deux essieux avec chaudière tubulaire horizontale. Par suite des arrêts fréquents, de la poussière et de la boue recouvrant généralement la voie, ces locomotives, malgré leur peu de vitesse, ont été très solidement construites, ce qui a été nécessité aussi par les courbes très fortes que l'on rencontre sur la ligne.

Tableau des éléments princi

NUMÉROS D'ORDRE.	DIMENSIONS	1	2	3	4	5	6	7
		CHEMIN DE FER TSARSKOE-SÉLO. Largeur de la voie : 6 pieds (1m83).			LIVNY. Largeur de la voie : 3 1/2 pieds (1m07).		CHEMI Largeu	
		Série *A.*	Série *B.*	Série *C.*	Voyageurs	Marchandises.	Série *Ba.* Voyageurs et marchandises.	Série *Bb.* Voyageurs et
	Locomotives.							
1	**Nombre d'essieux (1)**	3/2	3/2	3/2	4/3	6/6	4/2	4/2
2	**Diamètre des roues motrices**	1.650	1.450	1.650	990	990	1.066	1.06
3	**Diamètre des cylindres en millimètres**	438	438	450	305	337	254	25
4	**Course du piston en millimètres**	610	610	610	457	457	458	45
5	**Pression effective de vapeur en atmosphères**	8	7	8	9	9	10	8
6	**Surface de chauffe générale en mètres carrés**	103.10	103.10	127.30	48.82	107.62	45.30	44.8
7	— **du foyer en mètres carrés**	8.10	8.10	8.53	5.11	11.47	5.30	5.2
8	— **des tubes à fumée en mètres carrés.**	95.00	95.00	118.77	43.71	96.15	40.00	39.6
9	— **des grilles en mètres carrés.**	1.27	1.27	1.36	0.83	1.95	1.00	1.0
10	**Tubes à fumée : nombre**	220	220	262	112	246	100	99
11	— — **diamètre extérieur en millimètres**. . . .	50	50	50	45	45	44	4
12	— — **longueur en millimètres**.	3,365	3.365	3,518	2,774	3,299	2,895	2,89
13	**Diamètre moyen de la chaudière en millimètres** . . .	1,376	1,356	1,397	1,180	1.016	915	86
14	**Distance entre les roues motrices en millimètres**	2,695	2 695	3,000	1,080	1,143	2,360	2,3
15	— **entre les essieux extrêmes en millimètres.** . . .	4,325	4,325	4,630	4,110	8,382	4,760	4,7
16	**Longueur des locomotives entre les bouts des tampons en mill.**	7,650	7,650	7,965	6,870	12,732	7,002	7.14
17	**Poids de la locomotive en service (tonnes)**	32.00	31.21	33.00	20.5	52.00	18.00	18.
18	**Charge des essieux moteurs (tonnes).**	10.00	10.00	10.25	5.73 6.85	8.66	5.60	5.
19	— — **de support (tonnes)**	12.00	12.21	12.50	2.2	...	3.70	3.
20	**Effort de traction en kilogrammes**	3697	3672	3892	2511	6132	1859	14
	Tenders.							
1	**Nombre des essieux**	2	2	2	2	...	3	3
2	**Diamètre des roues en millimètres**	1,000	1,100	1,100	840	...	711	71
3	**Base du tender en millimètres**	5,500	5,500	5,500	2,135	...	4,930	4,8
4	**Capacité de la caisse à eau en mètres cubes.**	5.72	5.72	5.72	4.24	6.00	442	45
5	**Poids du tender en service (tonnes)**	20.43	20.43	20.43	13.00	...	13.50	13.5

(1) Les chiffres supérieurs indiquent le nombre total des essieux, les chiffres inférieurs le nombre des essieux moteurs.

des chemins de fer secondaires.

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
)D. .		CHEMIN DE FER IAROSLAV-VOLOGDA. Largeur de la voie : 3 pieds (0m91).				MALTSEV Largeur de la voie : 3 pieds (0m91).		NEVSKY. Largeur de la voie : 5 pieds (1m52).	RIAZANE-OURAL. Largeur de la voie : 3 pieds 28 pouces.	KIEW-VORONÈGE. Largeur de la voie : 3 pie s 28 pouces (1 mètre).	ODESSA-ESTAPADE. Largeur de la voie : 5 pieds.	CHEMIN DE FER IRINOVSKA. Largeur de la voie : 2 pieds 3 1/2 pouces (75 cent.).			EMBRANCHEMENT DU PORT DE SAINT-PÉTERSBOURG. 5 pieds.
	Série D. Locomotive-tender.	Série 1.	Série 2.	Série 3.	Série 4.	T. 1.	T. 2.					T. 1.	T. 2.	T. 3.	
	3/2	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	2/2	2/2	4/3	3/3	4/4	2/2	2/2	2/2	2/2 (2)
:	1.000	762	762	762	762	1.000	1.000	710	1.067	900	915	600	500	500	913
i	228	279	305	305	305	240	200	200	305	360	305	180	180	180	205
:	355	432	457	457	457	508	508	300	406	450	282	300	300	300	305
	10	8	8	8	8	12	12	12	9	10	10	11	11	11	11
2	29.10	37.25	44.60	44.60	44.60	28.00	16.00	12.4	41.80	58.96	47.72	15.22	15.22	15.22	11.85
2	4.72	4.18	5.19	5.19	5.18	3 50	2.00	1.57	4.92	6.18	3.36	données manquent.			2.35
0	24.38	33 07	39.41	39.41	39.41	24.50	14.00	10.83	36.88	52.78	44.36				9.50
2	0.72	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.48	0.14	0.89	0.97	0.605				0.46
	86	82	90	90	90	66	54	88	124	118	109	54	52	52	72
1	44	51	51	51	51	51	51	38	38	51	52	44	44	44	40
1	2.000	2.375	2.667	2.667	2.667	2 496	1.790	1.080	2.514	2.850	2.545	810	820	800	1.046
5	860	889	952	952	952	826	716	824	965	1.150	1.080	700	650	650	740
2	1.900	1.363	1.363	1.570	1.570	1.340	1.400	1.500	1.416 2.140	1.400	965	1.100	1 200	1.000	1.524
3	2.960	3.251	3.658	3.658	3 658	2.680	1.400	1.500	3.556	2.800	3.047	1.100	1.200	1.000	2.202
3	6.265	5.710	6.400	6.400	6.400	6.175	5.260	4.250	7.470	11.870 avec tender	7.190	4.700	4.540	4.020	13.561
0	16.00	14.53	17.80	17.50	18.16	15.00	10.26	12.00 et 13.00	19.00	23.5	22.71	8.20	6.40	5.00	21
0	6.00	6.15	7.15	7.15	7.20	5.35	5.63	6 5 et 5.50	5	8	5.68	4.10	3.20	2.50	12.5
	4 00	...	...	...	...	4.83	4.63	...	4	...	...	...	...	...	...
7	12.38	24.27	30.58	30.58	30.58	17.97	12.48	non dét.	23.38	38.90	2.95	non déterminé.			10.13
	...	2	2	2	2	...	...	...	4	2	...	...	...	..	...
8	...	762	762	762	762	...	...	..	711	750	...	...	. .	...	...
0	...	2.350	2.362	2.362	2.362	...	...	...	4.740	2.360	..	...	...	...	...
1	1.85	2.85	5 67	5.67	5.67	...	...	...	4.6	5.70	5.30	2.26	1.41	1.41	1.1
0	...	12.10	16.45	16.45	15.80	...	...	. .	10.88	16	...	...	...	. .	...

mpter les essieux de la partie-voiture de la voiture à vapeur.

Les roues et toute la partie inférieure sont recouvertes d'une enveloppe en tôle; il n'y a pas de tampons et l'attelage se fait au moyen d'un appareil à clavette.

La Société a commandé d'abord ses locomotives à l'étranger : en 1880, l'usine de Winterthur (Suisse) en a livré une, en 1883, trois, et en 1884, cinq; tandis qu'en 1892, l'usine de Kolomna en a fourni trois. Afin de diminuer autant que possible la fumée, le chauffage se fait au coke. Les condensateurs, formés d'un système de tubes recourbés, se trouvent sur le haut de la cabine de la locomotive, et sont disposés en longueur et même quelquefois dans le sens de la largeur.

Le prix d'une telle locomotive est d'environ 10,000 roubles. Elles font en moyenne 125 verstes par jour. L'entretien s'élève à 16 copecks par verste parcourue et atteint jusqu'à 20 roubles par jour; sur des rampes ne dépassant pas 0.025, la locomotive peut remorquer jusque quatre wagons à voyageurs.

7° *Chemin de fer de Riazane-Oural.* — D'après le § 10 des statuts, transformant la Société du chemin de fer de Riazane-Kozlov en Société du chemin de fer de Riazane-Oural, tout ce dont peuvent avoir besoin la ligne, ses embranchements et ses voies d'accès doit être exécuté dans les usines russes avec des matériaux du pays. Cependant, pour les lignes à voie étroite, d'une largeur de 3 $^1/_2$ pieds et moins, le matériel roulant et ses accessoires, dans les limites nécessaires, peuvent être commandés à l'étranger, et cela pendant les dix premières années à compter de l'approbation des statuts, à la condition de payer les droits d'entrée et d'obtenir chaque fois l'autorisation du Ministère des finances.

Par suite du refus de la majorité des usines russes d'exécuter les commandes du matériel roulant aux dates fixées par la Société et de la nécessité d'avoir au plus vite le nombre de locomotives nécessaire, la Société a obtenu l'autorisation d'acheter à l'usine Baldwin, de Philadelphie, quatre locomotives. Le reste de la commande a été divisé en parties égales entre les usines Cockerill et de Kolomna. La première a livré trente-cinq locomotives et la seconde trente-quatre. L'essieu d'avant des locomotives est mobile, la chaudière et la boîte à feu sont en acier, le tender a quatre essieux sur deux bogies. Le frein fonctionne sur les deux bogies. Il n'y a qu'un seul tampon.

8° *Chemin de fer de Kiev-Voronège.* — Conformément à son acte de concession, le chemin de fer de Koursk-Kiev avait le droit d'importer de l'étranger les locomotives et les wagons qui lui étaient nécessaires sans payer les droits d'entrée; mais, en 1886, lors de la conversion des obligations de cette société, cette clause a été modifiée en prescrivant l'achat du matériel roulant exclusivement en Russie et, conformément au § 6 du second supplément aux statuts du chemin de fer de Koursk-Kiev en date du 1er juin 1891, tout le matériel roulant nécessaire doit être construit dans les usines et avec des matériaux russes. Cependant les Ministères des voies de communication et des finances ont le droit, de commun accord, d'autoriser l'achat du matériel roulant à l'étranger, à la condition que les droits d'entrée en soient payés.

La première commande de trente locomotives a été donnée à l'usine de Kolomna.

9° *Odessa-Estacade.* — La cherté de la main-d'œuvre dans le midi de la Russie en général et principalement dans les ports de mer, entre autres à Odessa, — qui a eu, avant

tous les autres ports, une ligne de chemin de fer, — de même que la nécessité de charger d'une manière très prompte les grains sur les bateaux à vapeur, ont été la cause de l'adoption, avant toutes les autres places, de moyens mécaniques pour satisfaire à cette dernière nécessité. Pour faciliter l'envoi des wagons dans le port et leur déchargement dans les bateaux, on a construit une estacade sur laquelle passent des wagons, spécialement construits pour décharger le grain automatiquement, soit directement dans la cale des bateaux, soit à l'aide de transporteurs du système de l'ingénieur Harris. Les trains composés de ces wagons sont remorqués sur l'estacade par de petites machines-tender de 20 tonnes, avec une charge sur les essieux de 5 tonnes.

Ces locomotives ont été commandées à l'usine Ziegel au nombre de sept, et ont été reçues sur la ligne en 1874. Les essieux, au nombre de quatre, sont couplés. Le chauffage est au charbon.

10° *Chemin de fer d'Irinovska.* — Le nombre des locomotives de cette ligne est de cinq, dont trois de la force de 40 chevaux-vapeur, une de 30 et la dernière de 20; toutes les locomotives sont à deux essieux. Elles ont été commandées à l'usine Arthur Koppel, à Berlin. Nous n'avons pas de renseignements sur leur prix, on peut seulement dire que le matériel roulant est revenu en moyenne à environ 900 roubles par verste de ligne.

2. — **Wagons.**

Quant aux wagons des lignes à faible trafic et des lignes secondaires des grands réseaux, il a été recueilli à ce sujet encore moins de renseignements que sur les locomotives; leur groupement et leur description devront donc être remis à plus tard.

Conditions techniques. — Dans le règlement spécial pour les chemins de fer d'accès, approuvé le 8 juin 1892, il est dit peu de chose relativement aux wagons, afin de permettre ainsi d'en perfectionner les conditions de construction. Voici les articles auxquels il est fait allusion :

§ 37. — Chaque wagon à voyageurs et wagon-poste doit être à ressorts et avoir des appareils de traction élastiques; à une vitesse de plus de 15 verstes à l'heure, il doit avoir, en outre, des tampons à ressorts.

Chaque wagon, servant à transporter les voyageurs en hiver, doit être complètement clos; en outre, si le wagon est destiné à faire des parcours de plus de 50 verstes, il doit être muni d'appareils de chauffage.

§ 44. — Dans chaque train, en plus des freins des locomotives et tenders, il doit y avoir un certain nombre de wagons freinés, dont la quantité dépend des pentes existant sur la ligne, notamment, avec une vitesse qui n'est pas supérieure à 25 verstes à l'heure :

Pentes.	Nombre minimum des essieux freinés.	Pentes.	Nombre minimum des essieux freinés.
0.002	1 sur 15	0.015	1 sur 6
0.005	1 — 10	0.020	1 — 5
0.008	1 — 9	0.025	1 — 4
0.009	1 — 8	0.030	1 — 3
0.010	1 — 7	0.040	1 — 2

Particularités sur le nombre et les types. — Par suite des conditions très diverses dans lesquelles peuvent se trouver les lignes secondaires des chemins de fer russes de toutes les catégories, la description des wagons de ces lignes, si elle était complète, présenterait certainement un grand intérêt.

Actuellement, les renseignements sur les wagons des lignes secondaires russes sont encore très rares et fort incomplets. Quoi qu'il en soit, nous les donnons tels qu'ils sont pour servir de commencement à une description plus complète.

a) *Chemin de fer de Tsarskoé-Sélo.* — Les wagons de cette ligne, conformément à la concession, pouvaient être importés de l'étranger sans payer les droits d'entrée. Les premiers wagons, ou voitures, ont été commandés : 1° à l'usine Cockerill, au nombre de 16; les carcasses des wagons de 1re et 2e classe ont été faites par le carrossier Pavels; dans la 1re classe, que l'on nommait berline, il y avait 24 fauteuils, quatre sur chaque rang, et huit isolés; 2° en Irlande, 2 wagons, pouvant contenir 60 et 80 personnes, munis de douze entrées; les corps de ces wagons ont été montés à Saint-Pétersbourg.

A partir de 1846, les wagons ont été achetés, à l'étranger aux usines de Lauenstein et Cockerill, en Russie aux usines Samsonievsky et de Sarmova; on en a aussi construit une partie dans les ateliers de la ligne.

Actuellement, le chemin de fer de Tsarskoé-Sélo possède 164 wagons, savoir : un wagon impérial, 2 pour les grands-ducs, deux salons, 20 wagons de 1re classe, 28 de 2e classe, 40 de 3e, 2 de 4e, quatre fourgons à bagages, 44 wagons à marchandises couverts et 21 plates-formes.

Les wagons à voyageurs, à l'exception de celui des grands-ducs et de 7 wagons de 3e classe, sont sur bogies à trois essieux; parmi les wagons à marchandises couverts, 30 sont à trois essieux, 14 à deux essieux; une seule plate-forme est à deux essieux, les autres sont à trois.

Tous les wagons à voyageurs sont munis du frein automatique Hardy; quelques-uns ont des freins à main. L'éclairage est à l'électricité, il est obtenu à l'aide d'accumulateurs chargés à la station de Saint-Pétersbourg et placés dans le fourgon des bagages. Le chauffage se fait à la vapeur, la chaudière servant à cet effet se trouve sur un wagon séparé que l'on place au milieu du train.

Les wagons se trouvant actuellement sur la ligne se divisent, suivant les usines qui les ont construits, de la manière suivante : les usines de Sarmova ont livré 2 wagons de 2e classe, 2 de 3e et 12 wagons à marchandise couverts; les usines Samsonievsky : 3 wagons de 2e classe; dans les ateliers de la ligne on a construit, en employant certaines vieilles parties des wagons venant de l'étranger : 6 wagons de 1re classe, 6 de 2e, 21 de 3e, 2 fourgons à bagages, 14 wagons à marchandises couverts et 11 plates-formes. Tous les autres ont été achetés à l'étranger dans les usines de Lauenstein et Cockerill; on a exhaussé aujourd'hui les plafonds des premiers wagons livrés. Ce travail a été fait dans les ateliers de la ligne.

b) *Chemin de fer de Livny.* — Les wagons du chemin de fer de Livny ont été achetés à l'étranger, à l'usine Evrard (Belgique).

Le parc complet des wagons comprend 25 wagons à voyageurs et 258 wagons à marchandises, dont :

1° 6 mixtes, 1re et 2e classe; leur prix est de 2,447 roubles chacun; longueur, 6.700 mètres; largeur, 2.140 mètres; nombre de places : 4 en 1re classe et 12 en 2e classe;

2° 9 wagons de 3e classe; coût, 1,510 roubles; longueur, 6.675 mètres; largeur, 2.130 mètres; hauteur, 2.055 mètres; nombre de places : 20. Dans 4 wagons, le chauffage est fait au moyen de poêles; dans 5, au moyen de la vapeur;

3° 8 wagons à bagages (dont un de poste); coût, 1,542 roubles; longueur, 6.950 mètres; largeur, 2.020 mètres; hauteur, 2 mètres;

4° 2 wagons de service; coût, 3,385 roubles chacun dont un chauffé à la vapeur;

5° 28 grands wagons à marchandises couverts; prix, 1,240 roubles; tare, 263 pouds; chargement, 300 pouds; longueur, 5.680 mètres; largeur, 1.940 mètre; hauteur, 1.885 mètre; tous à freins;

6° 40 petits wagons à marchandises couverts; prix, 706 roubles; tare, 144 pouds; chargement, 300 pouds; longueur, 4.100 mètres; largeur, 1.970 mètre; hauteur, 1.950 mètre; tous sans frein;

7° 25 demi-wagons ouverts; prix, 518 roubles; tare, 123 pouds; chargement, 300 pouds; longueur, 4.100 mètres; largeur, 1.970 mètre; hauteur, 1.040 mètre; sans frein;

8° 15 wagons à ridelles; prix, 486 roubles chacun; tare, 124 pouds; chargement, 300 pouds; longueur, 4.405 mètres; largeur, 1.970 mètre; hauteur, 1.400 mètre; sans frein;

9° 150 plates-formes; prix, 382 roubles; tare, 104 pouds; chargement, 300 pouds; longueur, 4.180 mètres; largeur, 1.920 mètre; sans frein.

Tous les wagons, tant à voyageurs qu'à marchandises, sont à deux essieux et attelage central; époque de livraison sur la ligne : 1870-1871.

c) *Chemin de fer Novgorod.* — Tout le parc de cette ligne comprend 48 wagons à voyageurs et 438 wagons à marchandises ; parmi ces véhicules :

1° 2 wagons de service, livrés en 1871 par l'usine de la Société de Breslau et en 1878 par l'usine de Ringofer; poids, 530 et 1,250 pouds; le premier à deux essieux; le second à quatre essieux; le chauffage dans le premier se fait à l'eau, dans le second à la vapeur.

2° 2 wagons de 1re classe livrés en 1871 par la Société de Breslau; poids, 490 pouds; à deux essieux; chauffage à l'eau;

3° 1 wagon mixte de 1re et 2e classe livré en 1878 par l'usine de Ringofer; poids, 445 pouds; à deux essieux; chauffage à l'eau;

4° 3 wagons-lits mixtes, livrés en 1871 par la Société de Breslau; poids, 440 pouds; à deux essieux; le chauffage, dans deux wagons, se fait à l'eau, dans le troisième à l'air chaud;

5° 7 wagons de 2e classe, dont 2 livrés en 1871 par la Société de Breslau (poids, 440 pouds; à deux essieux; chauffage à l'eau), et 5 livrés en 1878 par l'usine Ringofer;

(poids, 400 pouds; à deux essieux; dans un, chauffage à l'eau, dans les quatre autres à l'air);

6° 22 wagons de 3e classe, dont 12 livrés en 1871 par la Société de Breslau (poids, 400 pouds; à deux essieux; chauffage dans trois au moyen de poêles, dans les autres à air), et 10 wagons livrés en 1878 par l'usine de Ringofer (poids, 360 pouds; à quatre essieux; chauffage à l'air);

7° 3 wagons de 4e classe, livrés en 1878 par l'usine Samsonievsky; poids, 260 pouds; à deux essieux; chauffage au moyen d'un poêle;

8° 6 wagons pénitentiaires, dont 3 livrés en 1871 par l'usine de Bristol; poids, 260 pouds; chauffage avec un poêle; 3 livrés en 1878 par l'usine de Ringofer; poids, 360 pouds; à deux essieux; chauffage par poêle;

9° 2 wagons-poste, livrés en 1871 par la Société de Breslau; poids, 390 pouds; à deux essieux; chauffage par poêle;

10° 8 fourgons à bagages, dont 5 livrés en 1871 par l'usine de Bristol (poids, 295 pouds; à deux essieux); 3 livrés en 1878 par l'usine de Ringofer; (poids, 365 pouds; à deux essieux);

11° 300 wagons à marchandises couverts, dont 81 livrés en 1871 par l'usine de Bristol (poids, 210 pouds; charge, 400 pouds, à deux essieux), et 219 livrés en 1878 par l'usine Samsonievsky (poids, 215 pouds; force, 400 pouds; à deux essieux);

12° 100 plates-formes, dont 25 livrées en 1871 par l'usine de Bristol (poids, 140 pouds; force de charge, 400 pouds, à deux essieux, et 75 livrées en 1878 par l'usine Samsonievsky (poids, 160 pouds; charge, 400 pouds);

13° 15 demi-wagons livrés en 1891 par l'usine de Bristol; poids, 175 pouds; charge, 400 pouds;

14° 15 wagons pour le transport de bestiaux, livrés en 1871 par l'usine de Bristol; poids, 28 pouds; charge, 400 pouds; pour cinq têtes de gros bétail chacun.

Il y a en plus, sur la ligne, 6 wagons-citernes pour le transport du pétrole, appartenant à des particuliers.

L'éclairage de tous les wagons à voyageurs se fait avec des bougies. Les freins de tous les différents types de wagons sont à main; ils ont un tampon central.

d) *Chemin de fer de Iaroslav-Vologda.* — Le parc de cette ligne comprend 52 wagons à voyageurs et 281 wagons à marchandises, dont :

1° 1 wagon de service, livré par Marchal-Brown en 1873, et 3 livrés par les ateliers de la ligne en 1885, 1890 et 1891;

2° 1 wagon de 1re classe, livré par les ateliers de la ligne en 1885;

3° 1 wagon mixte, 1re et 2e classe, livré en 1872 par l'usine de Marchal-Brown;

4° 5 wagons de 2e classe, livrés également la même année et par la même usine;

5° 34 wagons de 3e classe, dont 9 livrés en 1880 par la Société par actions de Breslau et 25 livrés en 1882 par l'usine de Marchal-Brown;

6° 4 wagons pénitentiaires, livrés en 1872 par l'usine de Marchal-Brown;

7° 3 fourgons à bagages, construits dans les ateliers de la ligne; poids, 296 pouds; charge, 350 pouds;

8° 104 wagons à marchandises couverts, dont 29 construits pendant les années 1874, 1875, 1876 et 1877 dans les ateliers de l'usine (poids, 197 pouds; charge, 400 pouds), et 75 dans des ateliers particuliers en 1872 et 1873, de mêmes poids et charge;

9° 174 plates-formes, dont 170 construites en 1872 et 1873 dans des ateliers particuliers, et 4 dans les ateliers de la ligne en 1877 et 1879; poids, 157 pouds; force, 400 pouds.

Tous les wagons, tant à voyageurs qu'à marchandises, sont à deux essieux et à attelage central. Les freins sont à mains, le chauffage des wagons à voyageurs se fait au bois, l'éclairage avec des bougies. La ligne ne possède pas de wagons spéciaux pour la poste, mais 3 wagons de 3e classe sont arrangés pour ce service.

Comme le chemin de fer de Iaroslav-Vologda se trouve, pour le transport des marchandises, sous la dépendance du chemin de fer de Moscou-Iaroslav, qui est réuni au réseau général des chemins de fer russes, et comme beaucoup de marchandises, en transit direct, doivent être déchargées à Iaroslav pour faciliter le transbordement, la société a l'intention de porter la charge de ses wagons au même taux que celle des wagons des voies normales, c'est-à-dire à 500 pouds. Comme la hauteur des wagons est la même, mais qu'il est impossible d'augmenter leur largeur à cause du gabarit, il sera nécessaire d'accroître leur longueur et de la porter à 7.980 mètres.

Chaque parc de wagons possède 4 wagons-citernes pour le transport du pétrole; ces wagons appartiennent à des particuliers.

e) *Chemin de fer Maltsev.* — Les wagons de cette ligne, au nombre de 31 à voyageurs et de 400 à marchandises, ont été construits dans les ateliers de la ligne. Sur les wagons de 2e et 3e classe (il n'y a pas de 1re classe), 28 sont à deux essieux et 3 à trois essieux. Le poids des wagons de 2e classe, à 26 places, est de 150 pouds; ceux de 3e, à 16 places, de 120 pouds. Les bancs sont placés le long des parois, le chauffage se fait au moyen de poêles en fonte, l'éclairage avec des bougies; les véhicules sont à tampon central.

Sur le nombre ci-dessus des wagons à marchandises, 118 sont couverts (dont 100 à deux essieux, 10 à trois essieux et 8 à quatre essieux) et 282 sont des plates-formes (dont 250 à deux essieux, 10 à trois essieux et 22 à quatre essieux).

Dans les détails de construction, on remarque les particularités déjà décrites pour les locomotives. Le tiers environ des wagons est muni de freins à main. Le prix des wagons à voyageurs à quatre essieux est de 3,000 roubles, celui des wagons à deux essieux de 1,200 roubles; les wagons couverts à marchandises à quatre essieux reviennent à 1,320 roubles, ceux à trois essieux, à 660 roubles, ceux à deux essieux, à 300 roubles; les plates-formes à quatre essieux coûtent 1,000 roubles, celles à trois essieux, 500 roubles, et celles à deux essieux, 225 roubles.

f) *Chemin de fer Nevsky-banlieue.* — Les wagons à voyageurs de cette ligne sont construits suivant le type ordinaire des wagons de tramway avec impériale. Le nombre de places est à l'intérieur de 22, sur l'impériale, de 18. Tous les wagons sont à deux essieux avec freins à main; l'attelage se fait au moyen d'une tige avec clavette. Poids d'un wagon, 3 1/2 tonnes.

Les wagons découverts à marchandises sont aussi à deux essieux avec frein et à bords très élevés, de 0.33 sagène. Leur poids est de 1 ½ à 2 tonnes. Ils ont été construits, de même que les wagons à voyageurs, dans les ateliers de la ligne.

g) *Chemin de fer Riazane-Oural.* — Les wagons de cette ligne sont du type américain à deux bogies, et ont été construits par l'usine de Kolomna. Les wagons à voyageurs sont à chauffage central à la vapeur et à attelage central. Leur longueur est de 14.50 mètres. Pour le service du réseau de Saratov-Passage, il a été acquis une voiture à vapeur, système Thomas, décrite plus haut (voir réseau du Port). Elle a été construite par l'usine de Kolomna.

Les wagons à marchandises comprennent des wagons couverts, des plates-formes et des wagons-citernes. Parmi les plates-formes, il y en a d'une longueur de 8.534 mètres pour le transport du bois; elles sont à deux bogies de quatre roues. Charge, 800 pouds; tare, 360 pouds. Il y a, en outre, des wagons spéciaux pour le transport des gros et petits bestiaux et pour certaines marchandises se détériorant très vite, etc.

En général, le parc à wagons du chemin de fer à voie étroite de Kazane-Oural, ainsi que celui de la ligne de Kiev-Voronège, sont dessinés d'une manière parfaitement conforme aux exigences actuelles et le choix du matériel ainsi que la construction même des wagons sont remarquables.

h) *Chemin de fer de Kiev - Voronège.* — Les wagons de cette ligne ont été commandés à l'usine Russe-Baltique. Les wagons-mixtes de 1re et 2e classe sont à 23 places, ceux de 2e et 3e à 33 et 37 places, ceux de 3e à 40 places. Leur longueur est de 11.75 mètres; leur largeur, de 2.65 mètres et leur hauteur, de 2.35 mètres.

Tous les wagons à marchandises ont une capacité de 750 pouds. Les dimensions des wagons à marchandises couverts sont : longueur, 8.23 mètres; largeur, 2.13 mètres; hauteur, 2.20 mètres; tare, 350 pouds. En outre, pour le transport sur les voies normales des locomotives des lignes à voie étroite, il y a des transporteurs spéciaux.

Tous les wagons à voyageurs sont à trois essieux et les essieux extrêmes des wagons de 3e classe sont mobiles suivant le système des chemins de fer saxons (*zwangsläufige Lenkachsen*). La charge du wagon à bagages est de 930 pouds.

i) *Odessa-Estacade.* — En plus des wagons ordinaires, il y a sur cette ligne des wagons spéciaux déchargeant automatiquement le grain. Tous ces wagons, au nombre de 100, dont 14 à freins, ont été construits dans les ateliers de l'ancien chemin de fer d'Odessa. Le fond de ces wagons est à plan un peu incliné, à partir des parois jusqu'au milieu, se terminant par une trémie avec verrou. Sur le bout de l'entonnoir, on met une manche par laquelle passe le grain qui tombe soit directement dans la cale du navire, soit sur une bande sans fin du transporteur. Les dimensions principales de ces wagons sont les suivantes : longueur, 4.220 mètres; largeur, 2.452 mètres; hauteur au centre, 2.100 mètres; distance entre les essieux, 2.440 mètres; charge, 6 ½ tonnes; volume, 6.1 mètres cubes.

Tous ces wagons sont à deux essieux.

j) *Chemin de fer d'Irinovka.* — Tous les wagons de cette ligne ont été commandés à l'usine Koppel, de Bochum.

Il y a 3 wagons à voyageurs contenant chacun 7 places de 2e classe et 11 de 3e classe; en plus, 8 voyageurs peuvent se tenir debout sur les plates-formes, de telle sorte que le nombre de places de chaque wagon est de 26. Les sièges des places de 2e classe sont recouverts, dans les 3es classes il y a des bancs ordinaires; les croisées s'abaissent. L'éclairage se fait avec des lampes à pétrole; le chauffage est assuré par des poêles en fonte. Chaque wagon a un frein à main.

Il y a 49 wagons à marchandises, dont 10 wagons-citernes sur deux bogies, pour le transport des engrais liquides (la capacité de chaque citerne est de 4,000 litres ou 324 védros et à chacun des bouts de la citerne se trouve un indicateur de niveau pour surveiller la hausse ou la baisse du liquide); 4 wagons-couverts à un seul bogie pour le transport des bagages et marchandises de prix; 10 wagons plates-formes sur deux bogies avec toiture; 15 wagons pour le transport du bois de construction et de chauffage sur deux bogies et 10 wagons à caisse renversable; les bords des caisses pouvant être enlevés, ces wagons peuvent servir alors au transport des bois de construction; la capacité des caisses est de 1 mètre cube.

3. — Voitures à vapeur.

Les premières voitures à vapeur ont apparu en 1883 sur le chemin de fer Poutilov, actuellement embranchement du port de Saint-Pétersbourg du chemin de fer Nicolas. Elles sont toutes du système Thomas et ont été commandées en Angleterre à l'usine de Kitson à Leeds, à raison de £ 1,480 sur place, c'est-à-dire non compris le transport, les droits d'entrée, etc., etc. Ce genre de matériel présente de grands avantages au point de vue de l'économie du combustible et du peu d'usure des rails et il est très pratique pour le service des petites lignes.

Les voitures à vapeur du réseau de l'embranchement du port sont à deux étages. Les voyageurs de 2e classe sont en bas, ceux de 3e en haut; elles peuvent contenir un nombre total de 80 voyageurs, dont 32 de 2e classe et 38 de 3e.

Il n'y a pas d'autre type de ce genre de voiture à vapeur en Russie.

Des données sur les locomotives de ce système sont fournies dans le tableau publié à l'article Ier de ce chapitre.

CHAPITRE V

Organisation du service de la traction et du matériel roulant.

Considérations générales.

Par J. RICHTER

Dépenses générales. — Les dépenses totales de ce service sont indiquées dans le tableau suivant :

ANNÉES	Longueur des lignes en exploitation à la fin de l'année (1).	Dépenses du service de la traction et du matériel roulant.			
		Totales.	Par verste.	Par train-verste.	En p. c. de la dépense totale.
	Verstes.	Roubles.	Roubles.	Copecks.	P. C.
1890	(26,679) 27,238	57,314,812.22	2,148.31	46 2	33.4
1889	(26,314) 26,554	58,408,102.61	2,219.66	47.8	34.6
1888	(25,574) 26,133	55,364,694.90	2,164 88	46.0	34.6
1887	(24,780) 25,367	49,882,752.30	2,013.03	45.2	34.6
1886	(24,295) 24,508	48,542,034.63	1,998.03	48.1	34.3
1885	(23,535) 24,041	50,311,474.71	2,137.73	48.8	35.6
1884	(22,507) 23,039	51,997,729.94	2,310.29	51.1	36.2
1883	(21,901) 22,215	53,898,475.54	2,461.00	52.5	36.6
1882	(21,321) 21,593	52,647,353.22	2,469.27	54.3	36.3
1881	(21,231) 21,262	51,950,120.79	2,446.88	55.6	35.8
1880	(21,126) 21,226	54,609,629.59	2,584.95	58.7	36.0

(1) Les chiffres entre parenthèses indiquent la longueur moyenne exploitée.

Ce tableau montre que les dépenses du service en question se sont élevées dans le courant des onze dernières années de 54.6 à 57.3 millions de roubles, après avoir subi dans l'intervalle des accroissements et des décroissements irréguliers; elles ont atteint le maximum en 1889 et le minimum en 1886; la dépense moyenne par verste de ligne et par train-verste présente, au contraire, une diminution dans le même intervalle; la plus forte moyenne s'applique à l'année 1880, la plus faible à 1885 et 1886. Quant au rapport des dépenses du service de la traction et du matériel aux frais généraux de l'exploitation, nous le voyons en diminution progressive; c'est l'année 1890 qui fournit le chiffre le plus réduit.

Ces dépenses, pour la plus grande partie, doivent être considérées comme variables et dépendant de la fluctuation d'éléments, tels que le nombre et la composition des trains, l'état du temps, etc., etc.

La classification officielle reconnaît comme dépenses partielles variables, celles qui sont comprises sous les rubriques suivantes :

a) Appointements des mécaniciens, des aides mécaniciens et des chauffeurs; indemnités verstiques et journalières du personnel des locomotives; équipement des agents désignés ci-dessus et leurs frais de logement; chauffage, éclairage et graissage des locomotives et des tenders; nettoyage des locomotives; nettoyage des chaudières; chauffage des machines à vapeur et des chaudières à eau chaude; frais d'épuration chimique de l'eau; primes pour économies dans les dépenses d'alimentation des locomotives; renouvellement et réparations des locomotives et des tenders;

b) Chauffage et éclairage des wagons à voyageurs; renouvellement et réparations des wagons à voyageurs;

c) Renouvellement et réparations des wagons à marchandises, et enfin

d) Graissage des wagons et renouvellement des bandages des wagons à voyageurs et à marchandises.

La diminution des dépenses moyennes par verste de ligne et par train-verste, ainsi que le décroissement de leur rapport aux dépenses totales d'exploitation, s'explique principalement par l'influence des dépenses variables, lesquelles vont en diminuant, grâce au progrès atteint dans la direction de ce service sur les chemins de fer russes.

Instructions et règlements principaux. — Ce n'est qu'en 1891 qu'ont été arrêtés par le Ministère des voies de communication les « règlements relatifs à l'entretien et à l'emploi du matériel roulant sur les chemins de fer russes ». Ces règlements se divisent en deux parties, savoir :

I. — Organisation du personnel du service de la traction et du matériel roulant;

II. — Entretien du matériel roulant.

La *première partie* contient deux chapitres :

Ch. 1. — Dispositions générales relatives au personnel. Conditions exigées pour le recrutement. Instructions. Objets nécessaires à l'exécution du service. Tenue et insignes réglementaires. Limites de la responsabilité.

Ch. 2. — Répartition des attributions. Devoirs généraux du personnel. Devoirs spéciaux de l'ingénieur en chef de la traction et du matériel roulant, du chef de dépôt, de l'agent de service au dépôt des locomotives, du mécanicien, de l'aide mécanicien et du chauffeur. Visiteurs du matériel roulant et graisseurs.

La *seconde partie* contient trois chapitres :

Ch. 1. — Dispositions générales.

Ch. 2. — Locomotives. Inspection des locomotives et rédaction des documents relatifs au service des machines. Essai des chaudières et rédaction des procès-verbaux d'essai. Appareils et installations indispensables aux locomotives. Inscriptions sur les machines. Les machines dans leurs relations avec le service du mouvement. Surveillance des locomotives. Conduite des locomotives.

Ch. 3. — Wagons. Inscriptions sur les wagons. Formation des trains et visite des wagons. Inspection des wagons. Vérification de la tare des wagons.

1. — Organisation du personnel et ses attributions.

Par J. RICHTER

L'organisation générale du service de la traction et du matériel roulant, les conditions d'admission et de licenciement du personnel, sa rémunération et les relations entre les divers services sont réglées par l'administration centrale pour les chemins de fer de l'État, et par les directions et les conseils d'administration pour les chemins de fer privés. Les directions et les conseils d'administration doivent se conformer aux arrêtés et aux circulaires du Ministère des voies de communication, ainsi qu'aux cahiers des charges de leurs lignes.

La division actuelle du travail est en grande partie déterminée par le Gouvernement: Les règlements concernant l'entretien et l'emploi du matériel roulant donnent en détail la composition du personnel de ce service, le genre et le but des différents emplois, la durée du travail et du repos et, enfin, les cas de force majeure, où les dérogations aux principes prescrits sont tolérées.

Degré d'instruction. — A l'origine de l'exploitation des chemins de fer russes, les employés supérieurs de même que les mécaniciens se recrutaient de préférence parmi les étrangers qui, connaissant le côté pratique de la profession, ne possédaient parfois aucune instruction théorique. Ce fait était dû au manque de pratique de nos techniciens. Aujourd'hui, tous les emplois importants du service de la traction et du matériel roulant sont occupés, à peu d'exceptions près, par des ingénieurs et des techniciens russes, ayant suivi les cours spéciaux des écoles techniques supérieures. Leur service au chemin de fer commence par un stage dons les ateliers, spécialement à la section du montage, ou sur les locomotives; de telle sorte que tous les employés supérieurs du service de la traction, jusqu'à l'emploi de chef de dépôt inclusivement, ont à présent non seulement l'instruction théorique, mais aussi de grandes connaissances pratiques. Le service des mécaniciens n'a pas encore subi une réforme aussi profonde; on y rencontre parfois des personnes ayant passé par une école technique de chemins de fer, mais le plus souvent les mécaniciens sont recrutés parmi les ouvriers; ceux-ci sont souvent illettrés, mais, ayant travaillé longtemps dans les ateliers de chemins de fer, ils ont eu l'occasion de s'y familiariser avec les différentes parties des locomotives et avec leur montage.

Sur certaines lignes, le service de ces ouvriers dans les ateliers doit durer de quatre à six ans; ils subissent ensuite un examen et passent aides mécaniciens, d'abord sur les trains de manœuvre et de marchandises, ensuite sur les trains de voyageurs. Ils se divisent, en conséquence, en aides mécaniciens de 2e et de 1re classe. Après un an ou deux de service dans cet emploi, ils peuvent, avec l'autorisation de leurs chefs directs, passer un examen pour devenir mécaniciens de 3e ou de 4e classe; plus tard enfin, ils sont élevés, sur la proposition de leurs chefs, à un rang supérieur. Ceux qui ont passé par

une école technique de chemins de fer sont admis à subir cet examen au bout de six mois de service. Le passage d'une classe à une autre entraîne une augmentation de traitement.

En cas d'augmentation momentanée du mouvement, la conduite des trains de marchandises est confiée, faute de mécaniciens, à des aides de première classe; les fonctions de ceux-ci sont alors remplies par des chauffeurs et des ouvriers mécaniciens, qui à leur tour sont remplacés par des hommes de peine, attachés aux ateliers.

Le règlement commun à tous les chemins de fer russes et en vigueur depuis 1891 s'exprime comme suit relativement au choix du personnel :

§ 5. — Les chefs de dépôts, leurs aides, ainsi que le personnel chargé des locomotives, les visiteurs, les graisseurs, et les agents de service au dépôt des locomotives, en plus des connaissances techniques énumérées au § 6, doivent satisfaire aux conditions suivantes :

a) Conditions d'âge : Ils doivent être majeurs, c'est-à-dire n'avoir pas moins de 21 ans, à l'exception des chauffeurs, des visiteurs de matériel et des aides mécaniciens, dont le service peut être rempli par des jeunes gens de 18 ans, s'ils satisfont à toutes les autres conditions du présent règlement; les jeunes gens qui sont proposés pour l'emploi d'aide mécanicien doivent avoir passé par une école technique ou toute autre école s'occupant de leur spécialité.

b) Conditions relatives à l'état physique : Ils ne doivent pas avoir de défauts physiques pouvant les empêcher de bien remplir leurs fonctions; la vue et l'ouïe doivent leur permettre de bien distinguer les signaux en usage sur les lignes.

c) Instruction requise : Savoir lire et écrire; cette condition n'est applicable ni aux chauffeurs, ni aux graisseurs, qui peuvent être illettrés.

§ 6. — Les chefs du service de la traction et du matériel roulant, de même que les chefs des ateliers, les chefs des dépôts principaux ou des dépôts de section, doivent être choisis parmi les agents possédant des connaissances techniques et au courant des dispositions, de l'entretien et de l'emploi du matériel roulant.

Les chefs des dépôts de réserve et les mécaniciens-instructeurs doivent être choisis parmi les mécaniciens ayant des connaissances techniques et au courant du service des locomotives.

On ne doit employer en qualité de mécaniciens et d'aides mécaniciens que des personnes absolument sûres, n'ayant pas moins d'un an de service, les premiers comme aides mécaniciens, les seconds comme ajusteurs, au service de la traction et du matériel roulant; ils doivent en même temps avoir subi les examens prescrits et posséder des certificats correspondants, délivrés par la direction du chemin de fer.

Pour subir les examens d'aide mécanicien et de mécanicien, il faut :

1° Connaître la construction des locomotives;

2° Connaître les instructions relatives aux mécaniciens et aux aides mécaniciens, ainsi que les signaux.

Pour subir l'examen à l'emploi de mécanicien, il faut, en outre :

3° Connaître le but, le fonctionnement et le maniement de chaque pièce des locomotives.

En outre, pendant les épreuves en marche, exécutées sous la surveillance du délégué, du chef du service de la traction et du matériel roulant, le candidat à l'emploi d'aide mécanicien doit prouver qu'il sait arrêter un train, et le candidat à l'emploi de mécanicien, qu'il sait régler sa marche.

Tout mécanicien doit bien connaître la section de ligne sur laquelle il aura à conduire les trains.

Pour devenir agent de service au dépôt des locomotives, il faut savoir surveiller et entretenir les chaudières des locomotives au repos.

Remarque. — Les personnes ayant terminé les cours d'une école technique, possédant un certificat d'ajusteur et ayant satisfait à l'épreuve ci-dessus, peuvent être admises directement à l'emploi d'aide mécanicien. Elles peuvent ensuite obtenir le grade de mécanicien avant le délai d'un an de rigueur sur décision de la direction du chemin de fer.

§ 7. — Les suppléants des employés, dont il est question au § 6 ci-dessus, doivent satisfaire à toutes les conditions indiquées ci-dessus, à l'exception des délais de service exigés.

§ 8. — Tout chef est tenu de suspendre son subordonné dans le cas où ce dernier se serait montré incapable de remplir ses fonctions ou aurait donné lieu à des doutes sur ses capacités. Ces cas de suspension de service sont immédiatement portés à la connaissance des agents supérieurs, qui prennent les mesures en conséquence.

Instructions pour les employés. — Les instructions pour les employés du service de la traction et du matériel roulant sont contenues dans les paragraphes suivants du règlement de 1891 :

§ 9. — Toute personne occupant un des emplois énumérés aux §§ 5 et 6 du règlement en vigueur doit être munie d'une instruction approuvée par l'autorité gouvernementale dont il dépend ; cette instruction détermine ses obligations et précise ses devoirs.

Chaque instruction doit comprendre tant les devoirs généraux de l'employé, que ses obligations spéciales.

§ 10. — Les instructions sont rédigées par les administrations de chemins de fer conformément au règlement en vigueur, ainsi qu'aux arrêtés du Ministre des voies de communication.

Les instructions sont approuvées dans la forme arrêtée par le Ministère des voies de communications.

§ 11. — Tous les employés inférieurs, à partir de l'emploi de chef de dépôt, doivent prouver qu'ils connaissent toutes les instructions qui les concernent, avant d'entrer en fonctions.

Remarque. — Jusqu'à ce qu'un règlement spécial du Ministère des voies de communication relatif aux examens des employés des chemins de fer ait paru, ces examens doivent avoir lieu conformément aux règlements de l'Administration centrale des chemins de fer de l'État et, pour les chemins de fer privés, d'après les règlements établis par la direction du chemin de fer, d'accord avec l'inspecteur de la ligne.

§ 12. — Les instructions sont remises, par leurs chefs immédiats, aux intéressés qui en donnent récépissé ; les chefs sont tenus d'expliquer le contenu de l'instruction à leurs subordonnés et, sur leur demande, de les éclairer sur chaque cas particulier.

Les instructions doivent obligatoirement être lues et expliquées aux employés illettrés, par leurs chefs directs.

§ 13. — Les employés entrés en fonctions comme il est prescrit au § 11 du présent règlement, ainsi que ceux qui ont reçu leurs instructions conformément au § 12, ne peuvent, en aucun cas, arguer comme excuse qu'il n'en connaissaient pas le contenu.

Primes. — C'est le service de la traction et du matériel roulant qui, le premier de tous les services des chemins de fer russes, a mis en pratique le système des primes pour la rémunération du travail de ses employés et de la participation aux économies réalisées dans les dépenses normales ; et c'est à ce système de primes que l'on doit attribuer le progrès obtenu dans ce service. Le caractère et le nombre de ces primes sont très variables sur les différents chemins de fer et dépendent des conditions locales.

Il existe des primes :

1° Pour les économies dans les dépenses des dépôts et des ateliers de réparations;
2° — — de chauffage des locomotives;
3° — — de matières de graissage des locomotives;
4° — — — — des wagons;
5° — — de réparation des locomotives et des tenders;
6° — — d'entretien et de réparation des wagons et de leurs accessoires;
7° — — de peinture des wagons à voyageurs;
8° — — d'entretien et de réparation des wagons à marchandises;
9° — — de différents travaux effectués dans les ateliers de réparation;
10° Pour la découverte, en temps utile, d'avaries ou de défauts dans les locomotives, les tenders et les wagons, ainsi que dans leurs essieux, roues et bandages;
11° Pour les dessins exécutés par la section technique de la direction centrale;
12° Pour le temps regagné en cas de retard d'un train;
13° Pour la diminution du nombre des avaries dans les wagons à marchandises;
14° Pour les parcours exécutés par les locomotives, avec la régularité prescrite au tableau de marche.

Les primes qui sont le plus répandues et qui sont presque communes à tous les chemins de fer russes, sont celles que l'on prélève sur les économies réalisées dans les dépenses de chauffage et de graissage, ainsi que celles pour le parcours régulier des locomotives. Ces primes représentent à peu près 60 p. c. des économies réalisées et sont distribuées entre les employés qui y ont droit suivant une proportion déterminée, variant sur les divers chemins de fer; cependant, la plus grande partie de la prime revient toujours aux agents qui sont le plus directement chargés du travail. Par exemple, pour les économies de matières de chauffage et de graissage des locomotives, les mécaniciens reçoivent de 30 à 35 p. c. et les aides mécaniciens de 15 à 18 p. c. de la valeur réelle des marchandises économisées; le restant, soit 15 à 7 p. c., est réparti entre le chef de section, le sous-chef de section chargé des grandes et des petites réparations des locomotives, le chef d'équipe des petites réparations, le chef du dépôt de réserve et le sous-chef de ce dépôt. Les primes de parcours qu'on appelle aussi primes verstiques sont payées aux mécaniciens et aux aides mécaniciens; elles représentent près de 25 p. c. de leur salaire annuel qui, suivant la classe à laquelle ils appartiennent, varie sur les différents chemins de fer de 900 à 1,200 roubles pour les mécaniciens et de 500 à 600 roubles pour les aides mécaniciens.

2. — Service central et services extérieurs ou régionaux de la traction et du matériel.

Par J. RICHTER et R. MALKINE

Le service de la traction et du matériel roulant a été définitivement organisé par le « Règlement pour l'entretien et l'emploi du matériel roulant » édicté par le gouvernement en 1891. D'après ce règlement, l'administration de la traction et du matériel roulant se divise en service central, dirigé par le chef ou l'ingénieur en chef de la traction, et

en services extérieurs. Ceux-ci comprennent les circonscriptions ou régions de la traction, les dépôts et, enfin, les ateliers de grandes réparations du matériel roulant, qui ont chacun des chefs distincts.

SERVICE CENTRAL. — La haute surveillance du service appartient au chef de la traction et du matériel. Il engage et licencie les employés sous ses ordres sous réserve d'en faire rapport aux autorités supérieures; il prend les mesures nécessaires pour le renouvellement, l'entretien et la mise en bon état du matériel roulant et de l'outillage des ateliers et des dépôts; il surveille l'emploi régulier des locomotives et des wagons et le travail des ateliers; il dirige le personnel sous ses ordres et veille au maintien de la discipline; il vérifie la comptabilité de son service; il établit, et soumet à l'approbation, les budgets des dépenses ainsi que les comptes annuels; il répartit les crédits entre les circonscriptions de son service et fixe les dépenses normales de matières de chauffage, de graissage, etc., pour chaque locomotive.

Le chef de la traction et du matériel est en relations directes avec l'administration du chemin de fer et les chefs des autres services; il est responsable de tous les détails de son service et de tout ce qui est sous sa surveillance et son autorité.

Le chef de la traction et du matériel roulant a ordinairement un ou plusieurs adjoints; en cas d'absence, il est remplacé par l'un d'eux, qui a le titre de premier adjoint ou substitut du chef de la traction. Sur certains chemins de fer, la surveillance des prises d'eau de la ligne est confiée au premier adjoint du chef de la traction. En outre, le chef de la traction a pour aides directs les contrôleurs du service de la traction et les mécaniciens instructeurs.

La chancellerie ou secrétariat, le bureau technique et les bureaux de la comptabilité et de la statistique complètent la composition du service central de la traction et du matériel roulant.

Les devoirs du chef de la station sont les suivants :

§ 18. — Le chef de la traction et du matériel roulant doit : *a*) administrer et diriger le personnel de son service; avoir la haute surveillance des employés de son service et répartir le travail entre eux; *b*) veiller au bon état du matériel roulant, ainsi qu'à la régularité et à la sécurité du service des trains, conformément aux règlements en vigueur et aux arrêtés du gouvernement.

SERVICES RÉGIONAUX DES CIRCONSCRIPTIONS ET DÉPÔTS. — Chaque ligne est subdivisée en circonscriptions de traction ayant un développement de 100 à 150 ou 200 kilomètres. Le chef de circonscription a sous sa direction un grand dépôt, un ou plusieurs dépôts de réserve et des ateliers pour les petites réparations des locomotives et des wagons; il est également chargé des commandes de tous les accessoires nécessaires aux locomotives; il doit visiter les wagons, veiller à leur bon entretien et à l'échange qui s'opère aux points de jonction avec les autres chemins de fer.

Le chef du dépôt veille à ce que les locomotives soient en bon état d'entretien; il surveille les équipes des locomotives et règle leur service tant pour les trains que pour les autres besoins du mouvement; il exige que les locomotives qui lui sont amenées d'une autre section soient en bon état, et met hors de service le matériel qu'il juge être en

mauvais état, agissant dans ces cas soit personnellement, soit par délégation. Il doit prêter son concours partout où les circonstances l'exigent et prendre des mesures nécessaires pour que le combustible, l'eau et les matières de graissage soient en quantité suffisante. Il fait un rapport au chef de la traction et du matériel sur tout ce qui a trait à son service et demande des ordres dans les cas imprévus.

Sur certains chemins de fer, là où existent de grands dépôts et des dépôts de réserve, les chefs de dépôt ont aussi des adjoints pour les remplacer en cas de besoin.

Les attributions des chefs de dépôt et des autres catégories d'employés des services régionaux ou des circonscriptions de la traction sont déterminées par les paragraphes suivants du règlement :

Le chef du dépôt : § 19. — Le chef du dépôt est tenu : *a*) de surveiller les équipes des locomotives et d'effectuer leur désignation pour les différents trains, de même que pour le mouvement en général ; *b*) de veiller au bon état des locomotives appartenant à son dépôt, ainsi que de celles qui passent par ce dernier ; *c*) de réparer le matériel roulant autant que ses moyens le lui permettent, et de mettre hors de service le matériel avarié, en cas d'impossibilité d'en réparer les avaries qui menacent la sécurité du mouvement ; *d*) de fournir, en cas de demande, les secours qui sont en son pouvoir ; *e*) de veiller à ce que les trains soient munis d'eau, de combustible, de matières de graissage et des autres matières de consommation et appareils nécessaires ; *f*) de surveiller le travail des employés de son dépôt.

L'agent de service à la remise des locomotives : § 20. — L'agent de service à la remise des locomotives doit : *a*) préparer pour le service les locomotives désignées par son chef ; *b*) entretenir ou éteindre le feu des locomotives arrivant dans la remise ; *c*) préserver les locomotives se trouvant dans la remise de tout accident, particulièrement d'une mise en marche accidentelle ; *d*) défendre aux personnes étrangères d'approcher des locomotives sans un ordre du chef du dépôt ; *e*) éloigner les personnes en état d'ivresse ; *f*) porter à la connaissance du chef du dépôt toutes les avaries constatées aux locomotives se trouvant dans la remise.

Visiteurs et graisseurs : § 23. — Les visiteurs et les graisseurs sont obligés : *a*) de veiller à ce que les wagons placés dans les trains soient en bon état et ne menacent pas la sécurité du mouvement ; à cet effet, ils ont à visiter les trains pendant leurs arrêts dans les gares, conformément à l'ordre indiqué au § 99 des règlements relatifs au mouvement ; *b*) de porter à la connaissance du chef de gare ou du chef de train toute avarie constatée par eux à un wagon, afin que ce dernier puisse être réparé ou retiré du train en temps utile.

En outre, les graisseurs sont tenus : *a*) d'entretenir les boîtes à graisse des wagons de telle sorte que les essieux ne s'échauffent pas ; *b*) de remplir les fonctions de garde-frein, conformément au § 47 des règlements relatifs au mouvement, lorsque ces fonctions leur sont confiées.

Remarque. — La visite des wagons et le graissage des essieux peuvent être confiés à un seul agent ou à des agents différents.

Directions des ateliers. — Tous les ateliers pour les grandes réparations du matériel roulant sont sous les ordres de chefs particuliers, dépendant directement du chef ou de l'ingénieur en chef de la traction. Ce dernier indique les travaux à exécuter dans les ateliers, approuve les projets et les devis présentés par le chef des ateliers ; lui ouvre les crédits nécessaires pour l'entretien des ateliers et pour l'exécution des commandes.

Le chef de chaque atelier dispose, suivant l'importance de celui-ci, d'un certain nombre de contremaîtres, de dessinateurs, de commis, de comptables et d'ouvriers ; il est responsable de l'ordre extérieur et intérieur des ateliers qui lui sont confiés. La

comptabilité des ateliers fonctionne indépendamment des agents techniques. Ces derniers sont occupés exclusivement à l'étude des projets, à la confection des dessins et à la rédaction des cahiers des charges relatifs à chaque commande.

La direction de l'atelier concentre toutes les commandes pour les différentes sections des ateliers. Les commandes sont dites simples ou complexes. On emploie cette dernière dénomination pour les commandes dont le matériel brut doit subir plusieurs opérations dans différentes sections des ateliers.

Chaque atelier possède un magasin où sont gardés tous les outils et les matières nécessaires au travail.

A la réception d'une commande, le contremaître reçoit du magasin la quantité approximative de matières nécessaires à l'exécution de la commande; il l'inscrit sur un carnet spécial; sur un autre livre se trouvant chez le contremaître, on porte journellement le nombre d'ouvriers travaillant à l'atelier.

Les inscriptions dans les deux livres se font à l'aide de bulletins journaliers, présentés par des surveillants, c'est-à-dire par des agents inférieurs qui doivent se conformer à une instruction spéciale.

Les données relatives au nombre d'heures et de jours de travail, ainsi qu'aux quantités de matières reçues, sont communiquées par le contremaître tous les huit jours et plus souvent même, à la comptabilité des ateliers. Cette dernière, se basant sur ces données, calcule le prix de revient de chaque commande, en établissant le prix de chacun des objets fabriqués dans les ateliers d'après le coût des matériaux, des sommes payées aux ouvriers et d'après l'importance des frais généraux; cette opération se fait suivant le mode adopté sur chaque ligne pour ces calculs.

SERVICE DES LOCOMOTIVES. — L'équipe de chaque locomotive sur les chemins de fer russes est attachée, d'après un usage général, à la locomotive qu'elle dessert. Comme exceptions heureuses, on peut citer les chemins de fer de Rybinsk-Bologoë, de Novotorjok et du Transcaucase.

La première de ces lignes, pendant les années florissantes de son activité, adopta le système de l'*artel* (communauté d'artisans) pour le service de ses meilleures locomotives de 50 tonnes à 8 roues qui, au nombre de 17, travaillaient surtout pendant l'époque de la navigation; ces locomotives faisaient le parcours entier de la ligne entre les stations extrêmes (distantes de 380 verstes ou 405 kilomètres) avec changement des équipes en certains points. Plus tard, les transports de cette ligne ayant beaucoup diminué, elle dut louer ses locomotives aux autres chemins de fer avec ou sans équipes. On s'est habitué de la sorte à des changements fréquents de celles-ci sur le chemin de fer de Rybinsk-Bologoë, et non seulement elles y passent d'une locomotive à une autre, mais les circonscriptions de traction échangent leurs locomotives entre elles; celles-ci ne sont plus ainsi la propriété d'un dépôt déterminé, mais elles appartiennent bien à la ligne tout entière.

Le chemin de fer de Rybinsk-Bologoë possède des locomotives à 8 roues depuis 1878. Jusqu'à la location de ces locomotives aux lignes étrangères, le parcours moyen annuel de chacune d'elles était de 18,660 verstes (19,873 kilomètres), tandis qu'il a atteint le maximum de 27,908 verstes (29,722 kilomètres) en 1879. Les locomotives ont été louées pour la première

fois en 1891. Depuis ce moment, le parcours moyen annuel est de 18,772 verstes (19,992.3 kilomètres) par locomotive, avec un maximum de 19,289 verstes (20,552.8 kilomètres). Le plus grand parcours mensuel atteint par ces locomotives jusqu'à l'établissement des équipes multiples, c'est-à-dire de 1878 jusqu'en 1884 inclusivement, a été de 4,621 train-verstes (juillet 1878); entre les années 1885 et 1892, après l'introduction du système des équipes multiples, ce parcours s'est élevé à 6,021 train-verstes, soit une augmentation de 30 p. c.

Le système de l'artel a aussi été employé, à partir du mois de juin 1890, sur la seconde des lignes ci-dessus indiquées, ainsi que sur la ligne de l'État de Rjev-Viazma affermée à cette époque au chemin de fer de Novotorjok, d'abord pour les trains mixtes et ensuite pour les trains à marchandises. Ce chemin de fer ne reconnaît ce système comme utile qu'à titre provisoire et à la condition expresse que les équipes se confondent volontairement en un seul artel.

Enfin, le troisième chemin de fer, celui du Transcaucase, emploie sur certaines sections, et cela afin d'augmenter le parcours des locomotives, le système des équipes doubles, dont l'une conduit le train, tandis que l'autre se repose dans un wagon spécial de ce même train.

Les devoirs des équipes de locomotives sont déterminés par les paragraphes suivants du règlement :

Mécanicien du train : § 21. — Outre les obligations concernant la conduite des trains et des locomotives isolées et énumérées aux §§ 50 et 51 du règlement du mouvement, le mécanicien est tenu :

1° D'entretenir toujours en bon état la locomotive qui lui est confiée, pour assurer son bon fonctionnement et la sécurité du mouvement;

2° De conduire une locomotive en marche suivant l'horaire qui lui est prescrit, en se conformant à toutes les conditions exigées pour la sécurité et la régularité du mouvement;

3° D'entretenir en bon état tous les appareils de signaux dont la locomotive est pourvue;

4° De réparer, dans la mesure de ses moyens, les avaries qui peuvent survenir à la locomotive;

5° De préserver la locomotive de tout accident; à cet effet, il doit :

a) Ne pas s'éloigner de la locomotive sans avoir remis le service à un agent désigné;

b) Défendre l'accès de la locomotive aux personnes non munies d'une autorisation du directeur de la ligne ou du chef de la traction et du matériel roulant;

c) Ne pas y admettre des personnes en état d'ivresse;

d) Ne pas mettre la locomotive en marche pendant l'absence de son aide (sauf les cas indiqués au § 32);

6° En arrivant au dépôt, il doit faire, par écrit, un rapport au chef du dépôt sur toutes les avaries qui ne peuvent être réparées par les moyens mis à sa disposition, ainsi que sur toutes particularités et irrégularités qu'il a eu l'occasion de constater;

7° Il doit veiller à ce que son aide et le chauffeur remplissent bien leurs devoirs, et il doit enseigner à son aide la conduite de la locomotive.

Aide mécanicien et chauffeur : § 22. — L'aide mécanicien et le chauffeur doivent exécuter les instructions données par le mécanicien sous les ordres duquel ils se trouvent, concernant l'entretien et la surveillance du bon fonctionnement de la locomotive, sa garde, la réparation des avaries survenues, l'approvisionnement des objets et des moteurs nécessaires, ainsi que des appareils de signaux de la locomotive. L'aide mécanicien et le chauffeur ne doivent entreprendre aucun travail, ni s'absenter de la locomotive sans l'ordre ou la permission du mécanicien.

Il est interdit à l'aide mécanicien de conduire la locomotive pendant l'absence du mécanicien; quant au chauffeur, cela lui est absolument défendu, de sorte que, si pendant la marche le mécanicien tombait malade ou, pour toutes autres raisons, n'était plus en état de conduire la locomotive, l'aide mécanicien ou le chauffeur devrait arrêter la locomotive et prévenir le chef du train de l'accident.

Remarque. — Les aides mécaniciens ayant subi les épreuves prescrites pour la conduite des locomotives, sont autorisés à se charger de celles-ci en cas de maladie subite du mécanicien ou en vertu d'un ordre du chef du dépôt.

D'après le règlement, le personnel du train ne sort pas des limites de la circonscription du dépôt auquel il appartient.

Le service du personnel des locomotives dans les trains et pendant les manœuvres se fait d'après les règlements établis pour chaque dépôt par le chef de la traction.

Le temps de repos de ces employés a été fixé par le règlement de 1891 dans les limites suivantes :

Le repos effectif du personnel des locomotives doit être de 8 heures ininterrompues par jour; il ne peut en aucun cas rester au-dessous de 120 heures pour 10 journées de travail.

Le personnel ne doit pas rester sur les locomotives qui remorquent des trains plus de 12 heures consécutives, y compris les arrêts dans les gares. On doit avoir en vue les bases normales fixées pour le repos et le service consécutif du personnel des locomotives, lors de l'établissement du tableau des parcours, aussi bien pour le service normal que pour le service forcé prévu à l'avance.

Par suite de conditions locales ou de particularités du mouvement d'une ligne, il est admis de faire faire au personnel des locomotives plus de 12 heures de service consécutif — mais pas plus de 16 heures — avec l'autorisation spéciale du chef de la ligne sur les chemins de fer de l'État, ou de l'inspecteur, sur les chemins de fer privés. La durée du repos effectif doit rester la même que celle indiquée ci-dessus.

Le service du personnel des locomotives pendant les manœuvres ou dans les trains d'ouvriers peut dépasser le délai ci-dessus fixé, sans qu'il puisse cependant atteindre plus de 24 heures, et à la condition que le repos suivant ne soit pas inférieur à la durée du service précédent; dans ces cas, le consentement du chef du chemin de fer sur les lignes de l'État et celui de l'inspecteur, sur les lignes privées, est de rigueur.

En cas de neige, de catastrophe, de retard des trains et dans les autres cas de force majeure, le service dure indéfiniment dans les limites du possible.

Néanmoins, si le personnel des locomotives se sentait fatigué, il devrait en faire immédiatement part à ses chefs, afin que ceux-ci puissent prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité du mouvement.

En réalité, les équipes font en moyenne annuellement de 35,000 à 38,000 kilomètres de parcours; dans les trains de voyageurs, ce chiffre s'élève à 60,000 ou 70,000 kilomètres, il ne descend que rarement, pour les trains de marchandises, au-dessous de 30,000 kilomètres.

Les équipes russes se distinguent par un entraînement remarquable; il leur arrive souvent de travailler pendant deux à trois mois de quatorze à quinze heures par jour, sans compter les cas exceptionnels où il leur arrive de rester sur la locomotive, sans en descendre, vingt-quatre et même trente heures. Ce n'est point le cas, cependant, sur les chemins de fer de la région occidentale (bassin de la Vistule).

Afin d'obtenir encore une meilleure utilisation des locomotives, plusieurs ingénieurs ont été envoyés, par ordre du gérant du Ministère des voies de communication, M. S. de Witte, aux États-Unis, pour y étudier sur place le service du personnel; en même temps, le système américain des équipes multiples a été introduit à titre d'essai sur certaines lignes de l'État russe:

Nombre général des agents du service de la traction, les mécaniciens, les aides mécaniciens et les chauffeurs non compris. — Le tableau ci-après donne le nombre moyen, calculé d'après les données de 1890, des agents de toutes catégories ramené à 1,000 verstes de voie et à 1 million de train-verstes. Les lignes sont réunies en groupes, afin de diminuer les dimensions du tableau; elles sont réparties d'après l'ordre progressif du nombre des agents par 1,000 verstes (1,065 kilomètres) de ligne.

On voit par ce tableau que ce ne sont que les nombres des chefs des circonscriptions et des dépôts, de leurs adjoints, des laveurs et des nettoyeurs des locomotives, des agents préposés à l'approvisionnement de l'eau, des contremaîtres et de leurs aides, qui augmentent proportionnellement à l'accroissement du nombre général des employés par rapport à une même unité : 1,000 verstes de ligne.

La somme de ces chiffres augmente avec le nombre général des agents; mais elle ne lui est pas proportionnelle et ne représente que le rapport suivant :

Pour le 1er groupe des chemins de fer	80.2	sur 284.5	soit 28.2	p. c.
— 2e — —	101.0	— 363.8	— 27.8	—
— 3e — —	145.3	— 464.3	— 31.3	—
— 4e — —	188.2	— 647.8	— 29.2	—
— 5e — —	270.5	— 943.2	— 29.8	—
Pour la totalité des cinquante chemins de fer. . .	151.5	sur 520.1	soit 29.1	p. c.

Les autres 70.9 p. c. du total général se répartissent en :

Chauffeurs, agents préposés à la réception et l'échange des wagons, visiteurs et nettoyeurs des wagons, le nombre des agents de ces catégories dépendant directement de l'intensité du mouvement.

$$\frac{100\,(36.1 + 10.4 + 47.0 + 58.7)}{520.1} = 33.8 \text{ p. c.}$$

Chefs de service, leurs aides, contrôleurs de la traction, employés des bureaux, commis, gardiens, chefs mécaniciens, gardiens des wagons, chefs d'ateliers, leurs aides, agents préposés à l'entretien des ateliers, mécaniciens et chauffeurs des machines à vapeur (fixes), formant un nombre ne dépendant que d'une manière relative de l'intensité du mouvement.

$$\frac{100\,(3.1 + 1.9 + 19.3 + 22.7 + 49.8 + 1.0 + 8.7 + 2.8 + 39.8 + 33.1 + 13.1)}{520.1} = 37.1 \text{ p. c.}$$

En déduisant des deux premiers résultats (29.1 + 33.8) = 62.9 p. c. le nombre des chefs des circonscriptions, des dépôts et de leurs aides, s'élevant à 3.07 p. c. sur 520.1, nous voyons que le nombre des agents dépendant directement de l'intensité du mouvement ne représente que 59.8 p. c. du nombre total.

État du personnel du service de la traction, no

Nombre de lignes.	NOMS DES CHEMINS DE FER.	Longueur exploitée (1).	Parcours général des trains (2).	
		Verstes.	Verstes.	
10	Varsovie-Térespol, Mourom, Samara-Zlatooust, Riga-Dvinsk, Baskountchak, Saint-Pétersbourg-Varsovie, Sud-Ouest, Mitau, Poléssié, Novgorod	7,050 (6,585)	24,756,299 (3,759.5)	Nombre des agents . . . . . Moyenne par 1,000 verstes de lig — par millier de train-vers
10	Pskov-Riga, Borovitchy, Livny, Oural, Orenbourg, Chouïa-Ivanovo, Riga-Toukoum, Baltique, Moscou-Iaroslav-Vologda, Fastov	3,656 (3,662)	10,488,395 (2,864.1)	Nombre des agents . . . . . Moyenne par 1,000 verstes de lig — par millier de train-vers
10	Novotorjok, Libau-Romny, Transcaucase, Ivangorod-Dombrova, Vistule, Dvinsk-Vitebsk, Oboïane, Don, Koursk-Kharkov-Azov, Koursk-Kiev	5,532 (5,587)	26,528,295 (4,748.2)	Nombre des agents . . . . . Moyenne par 1,000 verstes de lig — par millier de train-vers
10	Vladicaucase, Rybinsk-Bologoë, Syzrane-Viazma, Moscou-Brest, Kozlov-Saratov, Kharkov-Nicolaïév, Griazy-Tsaritzyne, Varsovie-Vienne, Kozlov-Voronège-Rostov, Orel-Griazi.	7,399 (7,399)	34,851,703 (4,710.3)	Nombre des agents . . . . . Moyenne par 1,000 verstes de lig — par millier de train-vers
10	Moscou-Koursk, Lozovo-Sébastopol, Catherine, Nicolas, Lodz, Orel-Griazi, Moscou-Nijni, Moscou-Riazane, Tsarskoé-Sélo, Riazane-Koslov	3,463 (3,523)	27,371,495 (7,769.3)	Nombre des agents . . . . . Moyenne par 1,000 verstes de lig — par millier de train-vers
	Total pour les 50 chemins de fer. .	27,100 (26,756)	123,996,188 (4,634.3)	Nombre des agents . . . . . Moyenne par 1,000 verstes de lign — par millier de train-vers

(1) Les chiffres entre parenthèses indiquent la longueur moyenne exploitée.

iens, les aides mécaniciens et les chauffeurs.

Employés de bureau.	Chefs de circonscription, chefs de dépôts et leurs adjoints.	Commis.	Chauffeurs.	Gardiens.	Chefs mécaniciens.	Manœuvres et nettoyeurs des locomotives.	Agents préposés à l'approvisionnement de l'eau.	Agents préposés à la réception et l'échange des wagons.	Visiteurs de wagons.	Graisseurs de wagons.	Nettoyeurs de wagons.	Gardiens de wagons.	Chefs d'ateliers et leurs adjoints.	Employés dans les bureaux des ateliers.	Contremaîtres et leurs aides.	Mécaniciens et chauffeurs des machines fixes.	Agents préposés à l'entretien et à la garde des ateliers.	TOTAUX.
03	75	107	85	210	3	22	354	14	169	101	64	17	14	201	76	56	177	1,874
5.7	11.4	16.3	12.1	32 0	0.5	3.4	53.7	2.1	25.9	15.4	9.7	2.6	2.1	30.5	11.7	8.6	26.9	284.5
4.2	4.2	4.3	3.5	8.9	0.4	0 9	14.3	0 6	6.4	3.8	2.6	0.7	0.6	8.1	3.1	2.3	7.2	75.7
52	52	58	100	95	3	21	253	21	113	191	89	11	10	88	44	24	91	1,332
4 2	14.2	15.8	27.3	25.9	0.8	5.7	69.1	5.7	30.9	52.2	24.3	3.0	2.8	24 0	12.0	6.6	24.9	363.8
4.9	4.9	5.5	9.5	9.0	0.3	2.0	24.1	2.0	10.8	18.2	8.5	1.1	0 9	8 5	4.2	2.3	8.7	127.0
92	89	89	243	213	4	139	480	78	247	230	114	47	12	202	103	57	131	2,594
5.5	16.0	16.0	43.5	38.1	0.7	24 9	86.0	14.0	44.0	41.2	20.4	8.4	2.1	36.2	18.4	10.2	23.4	464.3
3.5	3.4	3.4	9.1	8.0	0 1	5.3	18.1	2.9	9.3	8.7	4.3	1.8	0.4	7.7	3.9	2.1	4.9	97.8
72	128	197	252	436	7	391	720	89	501	603	204	130	26	359	154	106	274	4.793
3.3	17.3	26.6	34.1	58.9	0.9	52.8	97.3	12.2	67.7	81.5	27.6	17.6	3.5	48.5	20.8	14.3	37.0	647.8
5.0	3 4	5.7	7.2	12.5	0.2	11.2	20.7	2 6	14.4	17.3	5.9	3.7	0.8	10.3	4.4	3.0	8.0	137.5
97	84	157	287	379	10	224	477	76	226	446	94	27	12	214	169	109	212	3.324
7.5	23.8	44.6	81.5	107.5	2.8	63.6	135.4	21.6	64.1	126.6	26.7	7.7	3.4	60.7	47.9	30.9	60.2	943.2
3.5	3.1	5.7	10.5	13.8	0.4	8.2	17.4	2.8	8.3	16.3	3.4	1.0	0.4	7.8	6.2	4.0	7.7	121.4
16	428	608	967	1,333	27	797	2,284	278	1,256	1,571	565	233	74	1,064	546	352	885	13,917
9.3	16.0	22.7	36.1	49.8	1.0	29.8	85.3	10.4	47.0	58.7	21.1	8 7	2.8	39.8	20.4	13.1	33.1	520.1
4.2	3.5	4.9	7.8	10.8	0.2	6.4	18.4	2.2	10.1	12.7	4 6	1.9	0.6	8.6	4.2	2.9	7.1	112.2

res entre parenthèses correspondent à la longueur moyenne exploitée.

Si, au contraire, nous considérons les données obtenues pour ces deux catégories séparément par groupes de lignes, et si nous remarquons que l'intensité ou la densité du mouvement s'exprime par le quotient de la division du parcours des trains par la longueur des lignes exploitées, nous arrivons alors aux résultats suivants :

	Nombre général des agents dépendant directement de l'intensité du mouvement par verste de ligne.	Intensité du mouvement.
1er groupe	134 0	3,759.5
2e —	227.2	2,864.1
3e —	292.4	4,748.2
4e —	394.0	4,710.3
5e —	567.4	7,769.4

Ces chiffres indiquent que le nombre des agents par groupe n'est pas proportionnel au travail accompli, ce qui s'explique par les conditions locales techniques et commerciales des lignes, ces conditions amenant des différences dans le nombre des agents par rapport à un chiffre moyen correspondant à la densité moyenne du mouvement à raison de 4,634.2 train-verstes par verste de ligne. La justesse de ces conclusions peut être confirmée par un examen des chiffres isolés pour chaque groupe.

3. — Contrôle mécanique du mouvement [1].

Par R. MALKINE

INGÉNIEUR

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — La nécessité de vérifier la vitesse des trains, ne dépassant pas les maximums imposés, préoccupait depuis longtemps les administrateurs des chemins de fer et les spécialistes; cette nécessité est considérée comme très importante tant au point de vue de la sécurité du mouvement que sous le rapport de l'économie. Afin d'arriver à une certaine régularité du mouvement, on a créé des instructeurs spéciaux et des contrôleurs de la traction, on a publié différentes instructions, on a chargé les employés des autres services de contrôler les mécaniciens, etc., etc. S'il n'est pas difficile de surveiller le mouvement des trains à voyageurs ordinairement peu nombreux, accompagnés des contrôleurs du mouvement et reçus dans les gares par tous les agents supérieurs, il en est tout autrement des trains de marchandises. Le contrôle du mouvement de ceux-ci ne peut se faire que d'après les documents des trains et des stations, et cela est tellement compliqué, même si ces documents sont exacts, que l'on n'y recourt que dans des cas exceptionnels. Les techniciens russes ont reconnu depuis longtemps la nécessité d'un contrôle automatique de la vitesse du mouvement et, dès 1870, quelques tentatives ont été faites dans ce sens. Vers 1890, le Ministre des voies de communication porta aussi son attention sur cette question et exigea l'introduction d'un contrôle automatique pour les trains rapides et express. Aujourd'hui, on

---

(1) Voir les renseignements sur la Russie contenus dans le rapport de M. Silvola sur le contrôle de la vitesse des trains. (Question VII de la 4e session du Congrès des chemins de fer, volume I du *Compte rendu*.) L. W.

emploie sur les chemins de fer russes onze systèmes différents d'appareils de contrôle, dont les uns ont déjà donné de bons résultats pratiques, tandis que les autres ne sont encore qu'à l'essai.

Les appareils de contrôle se divisent en deux groupes principaux : le premier groupe contient les appareils dits mécaniques, qui sont ordinairement fixés au matériel roulant même et qui donnent les vitesses successives du train en marche par l'enregistrement de la vitesse de rotation des roues de locomotives ou d'un wagon quelconque. Nous distinguerons : *a*) les appareils centrifuges, dont la construction est basée sur le principe qu'une masse solide ou liquide ayant un mouvement de rotation autour d'un axe tend à s'en éloigner avec une force proportionnelle à la vitesse angulaire du mouvement de rotation, et *b*) les appareils servant à déterminer la vitesse par l'enregistrement des distances parcourues et du temps mis à les parcourir; ils se composent d'un compteur de distances, enregistrant le nombre de tours des roues, et d'un mécanisme d'horlogerie; les uns indiquent le nombre de tours des roues pendant un temps déterminé, les autres donnent le temps mis à faire un seul et même nombre de tours. Dans le premier cas, la vitesse du train à un moment déterminé est en raison directe du nombre de tours des roues; dans le second, elle est inversement proportionnelle au temps pendant lequel le train marche.

Dans le groupe II, on peut ranger les appareils électriques placés le long de la voie et qui ont des pédales en certains endroits de celle-ci; les rebords des roues pesant sur ces dernières leur font indiquer le moment du passage d'un train.

Parmi les appareils du groupe I, adoptés en Russie, il faut citer les suivants d'invention russe ou étrangère : *a*) Bruggemann, Stroudley, Galétzky, Brickemann, Finkbein et Schaeffer, Kapteyn et Théodorovitch, et *b*) Graftio, Haushälter et Boyer; au groupe II, se rattache l'appareil Berner.

Les descriptions ci-dessous se rapportent tant aux appareils russes qu'aux appareils étrangers en usage sur les lignes russes, et cela afin de pouvoir mieux les comparer entre eux.

GROUPE I. — *a*) INDICATEUR BRUGGEMANN. — L'appareil Bruggemann se compose d'un vase parabolique dont la cavité est placée vers le haut; un autre vase parabolique est fixé à l'intérieur du premier, de manière à ne laisser qu'un petit espace entre leurs parois. L'axe géométrique des deux vases leur sert en même temps d'axe de rotation. Le vase intérieur est muni d'un trou vertical, placé sur la ligne de l'axe, et communiquant par le bas avec l'espace annulaire libre; il est rempli de mercure jusqu'à une certaine hauteur. L'appareil est relié, par l'intermédiaire d'un système d'engrenages, avec l'un des essieux du train qui lui communique son mouvement. Un flotteur en fer qui se trouve sur le mercure fait mouvoir, par l'intermédiaire d'une tige, l'aiguille d'un cadran, convenablement gradué et placé dans la guérite du mécanicien. Lorsque, pendant la marche, l'appareil est mis en mouvement, le mercure passe du vase intérieur dans l'espace annulaire, et son niveau s'abaissant en conséquence, il entraîne le flotteur et avec lui l'aiguille. Pendant les ralentissements, le niveau du mercure s'élève de nouveau et donne au flotteur un mouvement en sens inverse. Cet appareil

détermine la vitesse à chaque instant avec une erreur qui n'est jamais supérieure à 2 p. c. Il est fixé à l'aide de boulons au palier de la locomotive du côté droit et est enfermé dans une chape en fer, afin de le préserver de la poussière. Il est peu sensible aux chocs parce que son axe de rotation passe par le centre de gravité de la masse tournante, il indique les moindres variations de la vitesse et donne, de la sorte, la possibilité de se rendre compte du fonctionnement des freins. Avant chaque voyage, l'appareil doit être graissé avec quelques gouttes d'oléonaphte n° 1; l'expérience a prouvé que tous les six mois, il doit être bien nettoyé à l'intérieur et que le mercure doit être renouvelé. L'appareil coûte 100 roubles et son entretien n'exige que des dépenses insignifiantes. Il est employé sur 22 chemins de fer russes.

Dans ces derniers temps, l'appareil Bruggemann a été un peu modifié; il est maintenant pourvu d'un mécanisme d'horlogerie (placé au-dessus du cadran), qui met en mouvement un cylindre, portant une bande de papier; la tige du flotteur est allongée et se termine, dans la boîte renfermant le mécanisme d'horlogerie, par une pointe qui trace sur le papier la courbe des vitesses.

L'APPAREIL STROUDLEY, placé dans la guérite du mécanicien, comprend un tube en verre, ayant ses deux extrémités retenues dans des garnitures de bronze. A l'extrémité inférieure du tube en verre se trouve un tube en cuivre, qui plonge dans une boîte en bronze, fixée sous la locomotive. A l'intérieur de cette boîte se trouve une roue à quatre palettes qui est mue par un des essieux de la locomotive, et qui fait refluer un liquide dont elle est remplie (de l'eau ou un mélange de glycérine et d'alcool) par le tube en cuivre dans le tube en verre. Plus la vitesse est grande, plus le liquide s'élève et l'indication de la vitesse peut être obtenue directement à l'aide d'une graduation du tube en verre. La roue, qui joue ici le même rôle qu'une pompe centrifuge, a une position légèrement excentrée; à l'aide d'un autre tube, l'intérieur de la boîte où elle se meut communique avec un réservoir rempli de liquide qui afflue vers la roue à mesure que le contenu de la boîte est refoulé dans le tube en verre.

L'appareil a été reconnu comme pouvant parfaitement suffire pour obtenir une vitesse approximative à chaque instant. Il coûte près de 125 roubles.

Les défauts de cet appareil sont les suivants : possibilité de perte du liquide, dont le niveau indique la vitesse; erreurs pouvant provenir des variations dans la densité du liquide aux changements de température, et allongement de la courroie transmettant à la roue le mouvement de l'essieu de la locomotive. Cet appareil est très répandu en Russie.

L'APPAREIL GALÉTZKY ressemble un peu à l'appareil Stroudley. La pompe est remplacée par une vis d'Archimède, mue de la même manière que la roue dans l'appareil précédent. Cette vis tourne à l'intérieur d'un vase, contenant un liquide; celui-ci pèse sur un ressort de manomètre, dont l'aiguille indique la vitesse. Cet appareil est précisément à l'essai en ce moment sur plusieurs lignes; ses qualités et ses défauts ne sont pas encore bien connus.

Depuis peu de temps, on essaye sur certaines lignes l'appareil à mercure (tachéomètre) de Brickemann, construit d'après le même principe que les deux précédents.

Appareil de contrôle Finkbein et Schaeffer. — Le mouvement de rotation de l'essieu du wagon est transmis par une courroie à l'axe de l'appareil, qui entraîne dans son mouvement deux contrepoids en forme de poire, reliés entre eux par un levier coudé. Ce levier est retenu par un ressort, qui règle la position des contrepoids suivant les différentes vitesses du mouvement de rotation (régulateur à force centrifuge); les contrepoids transmettent leur mouvement à un levier portant un crayon et à une aiguille indiquant les vitesses sur un cadran. Le crayon trace sur un disque en papier une courbe, dont la forme dépend de la vitesse de rotation de l'axe de l'appareil. Cet appareil est fixé à la locomotive; il est actuellement essayé sur quelques lignes de chemins de fer seulement.

Indicateur des vitesses de A. Kapteyn. — L'appareil Kapteyn n'est employé que sur un petit nombre de chemins de fer russes. Sa description détaillée se trouve dans l'*Organ für die Forschritte des Eisenbahnwesens*, 1889, cahier IV, page 234. Il est basé sur le principe suivant : deux masses équilibrées tournant autour d'un axe sont animées d'une force centrifuge, qui produit une pression sur une paroi mince de métal; cette pression peut être transmise par l'air comprimé, la vapeur ou l'eau, de manière à agir sur une aiguille indicatrice. Si les masses en rotation restent toujours à la même distance de l'axe, la force centrifuge est proportionnelle au carré de la vitesse correspondante, ce qui simplifie beaucoup la graduation du cadran.

Indicateur continu de Théodorovitch. — Cet indicateur donne la distance parcourue par le train, l'effort de résistance des wagons pour un intervalle de temps voulu, la résistance moyenne pour n'importe quelle distance parcourue et la résistance à chaque point du trajet.

L'appareil est actuellement en essai sur les chemins de fer de Kharkov-Nicolaïev, Catherine, Nicolas, de Kozlov-Voronège-Rostov, etc. Il se compose d'une boîte carrée en fonte, qui contient un disque horizontal en acier, tournant autour d'un axe vertical et recevant son mouvement de l'essieu d'un wagon à l'aide d'un système d'engrenages. Au-dessus de ce grand disque, sur un axe horizontal, il en est fixé un autre de plus petites dimensions, qui peut glisser le long des rayons du premier, ou en recevoir le mouvement. Le petit disque est soutenu par une règle à jour, dont un des longs côtés est fixé à la paroi de la boîte à l'aide de deux ressorts; elle porte de l'autre côté deux tiges. Le nombre de tours de chacun des deux disques est obtenu par un système de compteurs à cadran.

Dès que le wagon se met en marche, le grand disque commence à tourner et entraîne le petit disque, serré contre lui; le nombre de tours de ce dernier correspondant à un tour du grand disque, dépend de sa position par rapport au centre de celui-ci. Dans la position normale, les ressorts n'étant pas tendus, la distance entre le petit disque et le centre du grand est égale au rayon du premier; dans ce cas, les deux disques font le même nombre de tours. Mais, au contraire, quand les tiges ont à supporter un effort quelconque, les ressorts se détendent, la règle tend à éloigner le petit disque du centre du grand, et le nombre de tours qu'il fait augmente en proportion. Si le wagon portant

l'appareil est placé immédiatement derrière la locomotive, tout l'effort nécessaire à cette dernière pour faire marcher le train est entièrement transmis aux tiges et aux ressorts de l'indicateur, de sorte que ce dernier remplace le dynamomètre. La valeur de cet effort est indiquée sur une échelle, gravée sur une entretoise de la coulisse soutenant la règle. La résistance du train dans un espace de temps donné est fournie par la position du petit disque relativement au centre du grand. L'effort de résistance des wagons (T*w*) et la résistance moyenne du train par tonne de son poids (R'*w*) sont déterminés par les formules :

$$T\omega = 99977.6\, h\, r\, (\gamma - \delta) \text{ kgr.-mèt.} \quad \text{ou} \quad = 0.0937\, h\, r\, (\gamma - \delta) \text{ tonne-verstes}$$

$$R'\omega = 1850\, \frac{h}{Q\omega} \left(\frac{\gamma - \delta}{\delta}\right) \text{ kgr.}$$

h est l'effort, en kilogrammes, par suite duquel le petit disque se déplace de 1 millimètre.
r est le rayon, exprimé en mètre, de la roue dont le mouvement est transmis à l'appareil.
δ et γ sont les nombres de tours du grand et du petit disque.
$Q\omega$ est le poids du train en tonnes.

L'inventeur croit pouvoir mesurer à l'aide de son appareil les résistances des trains et composer des courbes, dont la comparaison donnerait un tracé graphique des conditions de l'exploitation; il croit encore pouvoir établir des tableaux normaux de la marche des trains après quelques voyages. Les expériences ont donné de bons résultats.

Groupe I. — *b*) Kinopavzigraphe de O. Graftio. — Cet appareil se compose d'une roue, d'un régulateur centrifuge avec ressort, d'une spirale d'Archimède, dirigeant le mouvement d'un levier qui décrit une courbe proportionnelle à la vitesse du mouvement (« levier des vitesses »), et d'un mécanisme d'horlogerie, faisant mouvoir un levier qui décrit la courbe des temps (« levier des temps »). La roue reçoit son mouvement d'un essieu et le transmet à l'aide d'une poulie et d'une courroie à un axe vertical sur lequel est fixé le régulateur centrifuge. Par suite de l'augmentation de la vitesse du train, les sphères du régulateur s'écartent et font descendre l'anneau supérieur du régulateur, qui entraîne dans son mouvement une crémaillère. Cette crémaillère engrène avec un pignon, placé sur le même axe que la spirale actionnant le levier des vitesses. L'extrémité supérieure de l'axe vertical du régulateur, par l'intermédiaire de deux roues dentées, fait aussi tourner un disque en métal, portant un graphique, sur lequel viennent s'enregistrer toutes les circonstances du mouvement.

Le disque en papier est retenu sur l'axe par un bourrelet à deux pointes; il est bien serré contre le disque en métal; les crayons des leviers des temps et des vitesses viennent s'y appuyer. Un disque ne peut servir que pour un trajet (100, 200, 300 verstes), variable avec les dimensions de l'appareil. Quand il est entièrement couvert de courbes, on le remplace par un autre.

La vitesse du train est déterminée d'après la position du crayon sur le disque, qui est divisé d'avance en soixante-dix circonférences concentriques; le tracé de chaque dixième circonférence est renforcé. Pendant l'arrêt du train, la pointe du crayon se trouve sur la circonférence intérieure et y marque un point; à la vitesse de 10 verstes par heure, le

crayon trace un arc de cercle, coïncidant avec la première circonférence, et à toute autre vitesse, un arc de cercle correspondant. A mesure que la vitesse du train augmente, le crayon coupe des circonférences de plus en plus éloignées du centre; il traverse en même temps les rayons portant les indications verstiques. De cette manière, chaque point du graphique obtenu correspond à un point verstique de la ligne indiqué par le rayon; la vitesse avec laquelle le train a passé en cet endroit est marquée par la circonférence.

La durée du fonctionnement de l'appareil ainsi que celle des arrêts sont fournies par le levier des temps du mécanisme d'horlogerie et ces données sont également enregistrées sur le disque de papier. L'espace que le crayon de ce levier parcourt en une heure est divisé en douze parties, chacune ayant la valeur de cinq minutes (les lignes correspondant aux quarts d'heure sont renforcées).

Lorsque le wagon est immobile, le levier des temps décrit une courbe qui couvre un des rayons arqués des circonférences et dont la longueur donne la durée de l'arrêt; en marche, la courbe décrite s'approche de la circonférence extérieure ou intérieure, qui constituent les limites du déplacement vertical du levier des temps.

Cet appareil indique à chaque moment la position du train sur la voie qu'il a parcourue. Il est placé dans un wagon de 3e classe des trains à voyageurs et, pour les trains à marchandises, soit dans un wagon destiné à des chargements divers, soit dans un compartiment spécial qui lui est réservé dans un wagon à frein; le chef du train doit se trouver dans ce compartiment; dans des cas exceptionnels, l'appareil est placé dans un wagon de service.

Sur le chemin de fer Kozlov-Voronège-Rostov, où ces appareils sont en usage depuis 1881, ils se trouvent dans des wagons de service qui, comme signe distinctif, sont peints en gris; ces wagons ne sont employés que pour le service intérieur et sont toujours placés à la queue du train. Les courroies de transmission (à l'origine, en cuir; plus tard, en caoutchouc) sont recouvertes sous le wagon par une caisse fermée à clef, qui les préserve de la poussière, ainsi que des dommages qui pourraient être occasionnés par la malveillance.

Les indications de l'appareil sont absolument satisfaisantes pour les buts pratiques que l'on poursuit; les secousses ne produisent aucun effet sur le mécanisme d'horlogerie. L'exactitude de l'indication des distances est réglée par une poulie mobile, aussi ces données s'écartent-elles fort peu de la vérité.

On peut citer, à titre d'exemple, que l'appareil Graftio, du train impérial qui a déraillé le 17/29 octobre 1888, indiquait une vitesse, au moment du déraillement, de 64 verstes (68 kilomètres) à l'heure.

L'appareil Graftio est employé déjà depuis de nombreuses années sur plus de vingt chemins de fer russes; il sert quelquefois de contrôle lors de l'essai de nouveaux appareils pour l'enregistrement de la vitesse.

L'ingénieur Salemann a proposé de faire servir l'appareil en question non seulemen à enregistrer toutes les conditions du mouvement, mais encore à prévenir les accidents. Relié par fil électrique au sifflet du mécanicien ou à une sonnerie, il pourrait donner

toute sorte de signaux, soit lors d'une augmentation exagérée de la vitesse, soit dans d'autres cas; relié au mécanisme du frein Westinghouse ou d'un autre frein continu, il pourrait arrêter le train ou régler automatiquement sa vitesse, sans l'intervention du personnel, chaque fois que la vitesse dépasserait les limites voulues.

Parmi les inconvénients de cet appareil, il faut citer le fait qu'il n'indique pas les petites vitesses; que son prix d'installation (près de 500 roubles), ainsi que ses frais d'entretien, sont considérables; qu'il faut organiser un service assez compliqué pour le contrôle mécanique des trains, si l'on veut profiter de toutes les données graphiques de l'appareil; ce service forme même, sur certains chemins de fer, un service spécial dont le chef est subordonné directement au chef du mouvement.

Quoi qu'il en soit, beaucoup de spécialistes croient à la grande utilité pratique de l'appareil Graftio.

Le directeur du chemin de fer de Moscou-Brest, l'ingénieur P. Vassilévsky, a exprimé son avis à ce sujet dans les termes suivants :

Les appareils Graftio ont été introduits au chemin de fer de Moscou-Brest avant mon entrée au service de cette ligne, de telle sorte que mon jugement doit être considéré comme tout à fait impartial. Maintenant, après avoir bien étudié le fonctionnement de ces appareils, j'hésiterais encore à en préconiser l'emploi, à cause des frais élevés de première installation et d'entretien, si leur introduction sur des chemins de fer à faible trafic ou économiques dépendait de moi. On peut donc, je le répète, avoir confiance dans mon impartialité, et j'affirme que l'utilité de ces contrôleurs muets, mais incorruptibles, est indiscutable. Il est possible que je me sois fait cette opinion parce que j'attache une grande importance à la régularité du mouvement, en même temps qu'à l'étude continuelle de ses conditions, en vue d'une amélioration générale de l'exploitation. C'est de la régularité du mouvement que dépendent la sécurité et l'économie de l'exploitation, contrairement à ce que pensent beaucoup de personnes, et c'est dans cette voie qu'il faut chercher le progrès. Cependant il n'y a que peu de moyens pour assurer la régularité du mouvement. Le contrôle, les influences morales, les mesures administratives et disciplinaires basées sur des données personnelles ou sur des enquêtes accidentelles, les calculs théoriques, etc., sont insuffisants et incomplets; la preuve en est que les chemins de fer russes ont fort peu progressé en matière de régularité du mouvement et d'amélioration générale de leurs conditions d'exploitation. Bien que les études théoriques relatives au mouvement des trains se soient perfectionnées, la pratique démontre que l'on n'obtient pas tout ce que l'on peut désirer dans cette voie. Tous les calculs théoriques de la longueur virtuelle des lignes, de la vitesse extrême des trains, du rapport entre les vitesses extrêmes et moyennes, de la résistance des trains, etc., sont évidemment fort attrayants, et tout praticien aimant son métier s'en saisit avec avidité; mais bientôt, désillusionné, il s'en lasse et ses livres vont repeupler les rayons des bibliothèques. La raison en est que la pratique ne donne pas les moyens nécessaires pour critiquer la théorie. Les résultats acquis, grâce à des efforts personnels, à un travail et à des connaissances qui ne sont pas indispensables à l'exécution du service, sont rares et on ne doit pas y compter; et même s'il en existait, étant personnels et sans liaisons entre eux, ils ne pourraient être généralisés. Mais lorsqu'on peut prendre, pour ainsi dire, des photographies de la vie réelle des chemins de fer, la théorie acquiert un tout autre intérêt, puisqu'on peut alors combler les lacunes dont elle souffre.

Tout ce qui précède m'est dicté par ma propre expérience.

Les travaux de l'Administration du chemin de fer et les miens propres, tendant à améliorer les conditions du mouvement, surtout de celui des trains rapides et militaires, ont essentiellement

fait ressortir l'utilité des données fournies par l'appareil Graftio. Ces appareils donnent un moyen efficace pour combattre la routine; et, en effet, ils dévoilent les faux renseignements, corrigent les points de vue erronés résultant des recherches inexactes et superficielles, donnent la possibilité d'atteindre des buts qui paraissaient inaccessibles aux spécialistes les plus expérimentés. Mais il faut remarquer que les renseignements fournis par l'appareil Graftio coûtent assez cher, aussi faut-il tâcher d'en tirer le plus grand parti possible. S'il est désirable que les chemins de fer riches s'en munissent, fût-ce uniquement dans un but administratif, les chemins de fer qui n'ont pas de grandes ressources ne doivent hasarder des dépenses dans ce sens qu'à condition d'en tirer les plus grands profits.

La construction de l'appareil est satisfaisante; il fonctionne bien et exige peu de réparations; il serait difficile de lui comparer, sous ce rapport, les appareils d'autres systèmes, qui sont généralement coûteux et exigent de grands frais d'exploitation ; il est, en revanche, très exact et forme un précieux matériel.

Cette invention est sans contredit hors ligne.

L'ingénieur Salemann, cherchant à perfectionner cet appareil, y a introduit certaines dispositions ingénieuses qui en diminuent les dimensions et permettent de l'adapter aux locomotives. Grâce à ces perfectionnements, l'appareil marquant le temps, l'endroit où la locomotive se trouve et la vitesse de cette dernière, peut aussi bien être utilisé en marche qu'à la manœuvre. Il est à regretter que cet appareil modifié, portant le nom de Graftio-Salemann, n'ait pas encore été essayé. Le prix des appareils Graftio et Graftio-Salemann est de 400 à 600 roubles.

Appareil Haushälter. — Cet appareil est basé sur le rapport qui existe entre la hauteur qu'atteint un poids dans un intervalle de temps déterminé et la vitesse de rotation de l'essieu d'un wagon. La partie essentielle de l'appareil est formée d'un poids cylindrique qui peut monter et descendre; la partie supérieure de ce cylindre a une surface cannelée; la partie inférieure porte des rainures (perpendiculaires à l'axe du cylindre), dans lesquelles entrent les dents d'un pignon tournant autour d'un axe horizontal. Ces rainures sont coupées par une fente verticale, parallèle à l'axe du cylindre. Lorsque le cylindre est mis en mouvement de rotation par un mécanisme d'horlogerie, le pignon s'en sépare grâce à la fente verticale dans des intervalles égaux de temps à chaque tour du cylindre. Si, maintenant, le pignon tourne solidairement avec le mouvement d'un essieu, il fait monter le cylindre, et la hauteur atteinte par ce dernier d'un enclenchement à l'autre sera proportionnelle à la vitesse du train. Après chaque chute du cylindre, son enclenchement avec le pignon s'obtient par un petit déplacement de celui-ci à l'aide d'un mécanisme approprié.

L'enregistrement de la vitesse s'opère de la manière suivante : le cylindre entraîne une tige, qui transmet son mouvement à une aiguille; celle-ci reste immobile tant que la vitesse ne change pas. Les indications de l'appareil se renouvellent toutes les douze secondes, alors que l'aiguille monte ou descend suivant le changement subi par la vitesse. En même temps, la tige manœuvre une pointe qui marque les changements de la vitesse entre 10 et 80 verstes (10,650 et 85,200 mètres) à l'heure, en perçant une bande de papier rayé. La bande est mue par un mécanisme d'horlogerie; les tambours, sur lesquels roule le papier, sont munis de pointes et percent les bords de la bande

toutes les trois minutes, de manière à faciliter la lecture du diagramme de la vitesse. Une sonnerie d'alarme se fait entendre chaque fois que le cylindre monte d'une certaine quantité; ainsi, quand on a dépassé la vitesse de 5 kilomètres, on entend un coup de sonnette; de 10 kilomètres, on en entend deux, et ainsi de suite. Le prix de l'appareil, son installation comprise, est de 350 roubles. Il fonctionne assez bien; mais il est plus sensible à l'augmentation qu'à la diminution de la vitesse.

Son inconvénient consiste en ce qu'il n'enregistre pas directement les distances parcourues; ces dernières ne peuvent être déterminées que d'après les vitesses par un calcul exigeant beaucoup de temps. En outre, la bande de papier n'avance que de 2 millimètres par minute; le poinçon fait cinq trous pendant ce temps, ce qui fait que le tracé des diagrammes est très petit.

L'appareil Haushälter est employé sur les chemins de fer Koursk-Karkov-Azov, Moscou-Riazane, Moscou-Nijni-Novgorod, Nicolas et quelques autres, presque partout à titre d'essai.

Compteur des vitesses de Boyer. — En plus des deux appareils précédents, on essaye encore sur certains chemins de fer le « Compteur automatique américain pour l'enregistrement des vitesses des locomotives et des trains de la Compagnie Boyer », qui se rattache à la même catégorie. Cet appareil se compose d'une pompe rotative, d'un cylindre et d'un piston. La pompe et le cylindre sont remplis de pétrole. Quand l'appareil ne travaille pas, le piston se trouve en bas; il y est retenu par deux ressorts; mais pendant le fonctionnement de l'appareil, la pompe produit une pression sur le piston et le fait monter jusqu'à ce que la force de pression soit égale à l'effort des ressorts; à une augmentation de la vitesse d'une verste par heure correspond 0^m07 d'élévation du piston. Le mécanicien peut observer la vitesse, qu'un indicateur relié au piston fait voir sur un cadran; la courbe des vitesses est tracée sur une bande de papier, placée à la partie supérieure de l'appareil; cette bande roule sur un tambour avec une vitesse de 1^m27 par verste parcourue. Cet appareil est destiné à marquer les moindres vitesses, ainsi qu'à donner la vitesse exacte dans chaque point du parcours; il doit donner encore le nombre d'arrêts; indiquer l'endroit où ils se produisent, la distance parcourue, la vitesse et le moment d'un mouvement quelconque en arrière. Il peut être placé sur une locomotive ou dans un wagon; le mouvement lui est transmis par une courroie tordue. Il est essayé sur le chemin de fer Moscou-Koursk.

Groupe II. — Arrêtographe J. Berner. — L'arrêtographe de J. Berner, adopté par le chemin de fer Moscou-Riazane, indique automatiquement le moment de l'entrée d'un train dans la gare, celui de sa sortie et la position des disques rouges; tous ces renseignements il les transmet aussi, par des signaux, à l'agent de service dans la gare. Il renseigne la durée de l'arrêt du train devant le disque quand celui-ci est fermé, et la durée de la fermeture du disque. Tous ces renseignements sont portés sur une bande de papier. L'arrêtographe se compose d'une horloge et d'un appareil d'enregistrement; un tambour à rainures est fixé sur l'axe des minutes de l'horloge; il fait un tour par heure et imprime les minutes sur une bande de papier animée d'un mouvement

uniforme; une roue, placée à côté du tambour, imprime les heures sur la même bande. Un appareil d'enregistrement électrique, muni d'une sonnerie, fonctionne à l'aide des pédales disposées sur la voie en dehors des disques rouges et des contacts fixés aux tiges des disques. Au moment du passage d'un train sur la pédale qui dépend de l'arrêtographe, l'appareil électrique commence à fonctionner et donne sur la bande une rangée de points noirs; au moment de la fermeture des disques, il trace sur les bords de la bande un trait continu, dont la longueur exprime la durée du temps pendant lequel les disques ont été fermés. 5 centimètres de la bande correspondent à une heure, c'est-à-dire que 120 centimètres correspondent à une journée; en plus, chaque train y est représenté par deux points. Toutes les vingt-quatre heures, l'agent de service dans la gare coupe la bande et remet la partie qui concerne la journée précédente au bureau du chef du mouvement; cette partie est fixée sur un tableau qui porte les noms des stations avec l'indication des temps d'arrêt des trains dans les gares, en haut, pour les trains impairs, en bas, pour les trains pairs; c'est entre les deux que l'on place le morceau coupé de la bande, de manière que les heures de la gare intéressée coïncident.

Au moyen de ce tableau graphique du mouvement des trains pendant les vingt-quatre heures précédentes, le contrôleur voit les trains dont la marche a été irrégulière et consulte leurs documents pour connaître les causes des retards; à défaut de documents, on procède à une enquête orale.

L'appareil peut aussi être adapté à l'horloge de la gare, pourvu qu'elle soit d'une bonne construction.

Son prix est de 400 roubles; les frais d'entretien sont presque nuls; il fonctionne bien.

TROISIÈME PARTIE

TROISIÈME PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Organisation de la partie commerciale de l'exploitation.

CHAPITRE II

Organisation de la partie technique du mouvement.

A. — Service du matériel roulant.

CHAPITRE III

Accidents.

CHAPITRE IV

Organisation du service du mouvement et du service du télégraphe.

CHAPITRE PREMIER

Organisation de la partie commerciale de l'exploitation.

Par M. DE RICHTER

Considérations générales.

Pour bien comprendre l'organisation commerciale des chemins de fer russes, il faut se faire une idée nette de ses rapports intimes avec les conditions physiques et géographiques qui caractérisent la partie orientale de l'Europe en général et la Russie en particulier. Le caractère continental de la contrée, l'étendue relativement insignifiante de ses côtes, ses mœurs éminemment agricoles, sa population clairsemée, le petit nombre de ses villes et le peu de développement de son industrie, dirigent son activité économique principalement dans la voie de l'exportation de matières premières et de produits à demi manufacturés. En outre, il ne faut pas perdre de vue que les distances entre les centres de production et les centres de consommation ou d'exportation y sont immenses, que le prix du temps y est moindre et que le besoin de communications rapides s'y fait plus faiblement sentir que partout ailleurs en Europe. Le tracé du réseau a été imposé par la direction des transports principaux qui sont les exportations ainsi que par des raisons stratégiques. On a donné une direction rectiligne aux chemins qui servent au transport en masse, à des distances considérables, de produits de faible valeur, bien que les voies d'accès fassent souvent presque complètement défaut et qu'elles soient d'autant plus nécessaires que les conditions climatériques amènent parfois des fluctuations extraordinaires dans l'intensité du trafic. De plus, non seulement les lignes se font concurrence entre elles, mais elles ont encore à lutter sur de grands parcours avec les voies navigables comme en beaucoup d'autres contrées, de sorte que le développement du trafic des chemins de fer ne peut pas être considéré indépendamment de celui des canaux et des rivières. Enfin, le réseau russe (à l'exception de la ligne de Varsovie-Vienne) est isolé du reste du réseau européen par une largeur de voie différente, ce qui a pour conséquence principale une organisation particulière de l'échange des wagons entre les divers chemins de fer russes.

Pour donner une idée générale de l'activité commerciale des chemins de fer russes, il importe avant tout de mettre sous les yeux du lecteur les principales données statistiques des dix dernières années.

Mouvement et recette brute des chemins de fer.

(*N. B.* — Les chiffres entre parenthèses indiquent la longueur moyenne exploitée.)

A		Longueur des chemins de fer en exploitation à la fin de l'année 1890.	MOUVEMENT ET RECETTE BRUTE DES VOYAGEURS.					
			Voyageurs de 1re classe.	Voyageurs de 2e classe.	Voyageurs de 3e classe.	Voyageurs de 4e classe.	TOTAUX.	Militaires (d'après le tarif militaire dans les trains ordinaires et les trains militaires).
			PARCOURS.					
		Verstes.	Milliers de voyageur-verstes.					
En général sur les chemins de fer de l'État et les chemins de fer privés, non compris le chemin de fer Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,759 verstes).	1890	(26,679) 27,238	99,880	323,540	2,853,196	256,247	3,532,863	763,180
	1889	(26,314) 26,554	101,107	333,481	2,806,270	199,573	3,440,431	655,123
	1888	(25,574) 26,133	98,215	321,320	2,658,713	187,737	3,265,985	707,581
	1887	(24,780) 25,367	93,250	285,857	2,549,696	154,133	3,082,936	563,675
	1886	(24,295) 24,508	93,518	312,624	2,472,651	131,831	3,013,500	566,150
	1885	(23,535) 24,041	96,230	318,359	2,514,613	126,713	3,062,122	535,378
	1884	(22,507) 23,039	102,744	340,990	2,519,954	166,664	3,130,352	531,578
	1883	(21,901) 22,215	101,192	360,517	2,538,386	171,553	3,171,648	572,485
	1882	(21,321) 21,593	105,419	375,534	2,486,175	158,474	3,125,602	496,387
	1881	(21,231) 21,262	97,813	362,736	2,381,978	60,755	2,903,281	508,219
	1880	(21,126) 21,226	96,473	361,455	2,325,611	4,098	2,860,756	593,716

B		MOUVEMENT ET RECETTE BRUTE DES VOYAGEURS.						
		Détenus avec escortes dans les wagons ordinaires et dans les wagons spéciaux pour détenus.	Voyageurs transportés gratuitement.	TOTAUX.		MOYENNES.		
		PARCOURS.			RECETTES.	Parcours moyen par voyageur.	Nombre moyen de voyageurs par essieu.	Recette moyenne par voyageur-verste.
		Milliers de verste-voyageurs.			Roubles.	Verstes.	Nombres.	Copecks.
En général sur les chemins de fer de l'État et les chemins de fer privés, non compris le chemin de fer Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,759 verstes).	1890	99,223	304,368	4,699,634	49,529,619.52	101 06	4.49	1.05
	1889	96,832	297,381	4,489,767	48,578,488.77	99.76	4.49	1.08
	1888	96,508	280,695	4,350,769	46,773,055.45	101.26	4.51	1.08
	1887	95,164	...	3,741,775	43,636,831.06	92.82	4.10	1.17
	1886	92,513	...	3,672,163	43,463,142.97	96.98	4.18	1.18
	1885	85,688	...	3,683,248	43,889,479.69	98.00	4.14	1.19
	1884	86,237	...	3,748,167	44,787,782.20	99.16	4.23	1.19
	1883	85,349	...	3,829,482	45,384,029.79	101.95	4.59	1.18
	1882	79,985	...	3,701,974	44,862,986.66	99.76	4.30	1.21
	1881	73,703	...	3,485,203	42,581,760.63	101.38	4.06	1.22
	1880	63,394	...	3,517,864	42,590,747.95	...	...	...

Mouvement et recette brute des chemins de fer (Suite).

(*N. B.* — Les chiffres entre parenthèses indiquent la longueur moyenne exploitée.)

C		MOUVEMENT ET RECETTE BRUTE DES MARCHANDISES.					
		Bagages privés sans franchise.	Chiens.	Marchandises transportées d'après le tarif de grande vitesse.	Marchandises transportées d'après le tarif de petite vitesse.	Gros bétail.	Bétail moyen et petit (dans cette catégorie sont compris les cochons, les veaux, etc.).
		PARCOURS.					RECETTES
		Milliers de poud-verstes.	Milliers de chien-verstes.	Milliers de poud-verstes.		Milliers de tête-verstes.	
En général sur les chemins de fer de l'État et les chemins de fer privés, non compris le chemin de fer Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,759 verstes).	1890	1,859,379	10,224	3,710,127	749,675,639	476,146	101,228
	1889	1,900,819	10,303	3,446,544	771,567,613	409,966	109,141
	1888	1,744,487	10,130	3,089,464	773,649,441	417,875	138,261
	1887	1,086,786	10,116	2,877,030	673,062,376	451,161	130,165
	1886	1,077,797	9,400	2,498,535	547,396,439	484,976	229,455
	1885	1,156,074	9,870	2,486,613	573,003,870	394,310	418,344
	1884	1,276,421	8,891	2,039,968	560,224,425	368,635	209,852
	1883	1,314,070	11,142	1,551,883	555,442,385	288,028	317,015
	1882	1,207,269	8,482 (20,857)	1,765,047	486,750,929	525,731 (20,633)	323,461 (20,199)
	1881	1,533,955	8,645 (20,170)	1,309,167	439,910,684	411,989 (20,153)	156,599 (20,508)
	1880	1,545,370	...	1,312,546	408,340,775	...	...

D		MOUVEMENT ET RECETTE BRUTE DES MARCHANDISES.					
		Chevaux (non compris les chevaux militaires).	Marchandises taxées par colis.	Transports bagages et chargements militaires.	Chevaux militaires.	Objets militaires taxés par colis.	Transports postaux (wagons-poste exceptés).
		PARCOURS.					
		Milliers de tête-verstes.	Milliers de coli-verstes.	Milliers de poud-verstes.	Milliers de tête-verstes.	Milliers de coli-verstes.	Milliers de poud-verstes.
En général sur les chemins de fer de l'État et les chemins de fer privés, non compris le chemin de fer Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,759 verstes).	1890	23,261	5,334	2,288,038	41,238	11,999	83,793
	1889	24,264	5,699	1,055,317	36,699	1,999	80,312
	1888	30,102	5,684	1,617,221	41,844	3,646	69,441
	1887	25,631	15,330	1,089,553	38,730	3,164	63,323
	1886	22,035	8,778	445,722	34,341	4,359	59,586
	1885	21,945	30,384	547,293	37,175	2,211	61,762
	1884	27,610	30,067	441,151	33,335	895	32,327
	1883	28,454	56,160	911,748	42,588	3,595	35,126
	1882	22,764 (20,199)	45,560	402,660	35,796 (20,857)	2,367 (20,857)	41,070
	1881	14,137 (19,570)	34,912	352,596 (20,571)	29,422 (20,767)	1,569 (20,767)	32,403 (20,821)
	1880	...	...	...	...	...	...

Mouvement et recette brute des chemins de fer (Suite).

E		Mouvement et recette brute des marchandises.				
		Transports en service par trains ordinaires ou trains de services spéciaux de toute espèce		Totaux.		Moyennes.
		à prix réduits.	gratuits.			Parcours moyen d'un poud.
		Parcours.			Recettes.	
		Milliers de poud-verstes.			Roubles.	Verstes.
En général sur les chemins de fer de l'État et les chemins de fer privés, non compris le chemin de fer Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,750 verstes).	1890	82,306,959	2,146,203	854,035,594	207,382,485.58	204.34
	1889	82,564,455	2,917,170	873,673,461	206,877,881.25	208.75
	1888	49,013,069	13,618,609	853,489,539	210,236,802.70	214.46
	1887	42,892,380	14,911,254	747,619,092	89,454,357.15	205.13
	1886	43,224,740	14,853,879	622,084,521	63,962,362.71	195.83
	1885	36,626,364	16,834,540	642,678,600	170,582,459.87	203.90
	1884	20,375,719	30,766,017	625,986,245	167,243,902.62	207.23
	1883	19,415,245	29,531,038	619,332,718	168,899,154.56	203.37
	1882	18,044,197	31,442,826	549,303,311	154,028,502.86	199.46
	1881	41,559,928	...	496,151,379	140,910,519.75	195.95
	1880	...	...	...	132,029,520.03	...

F		Mouvement et recette brute des marchandises. Moyennes.		Recette brute totale.	Recette moyenne totale.		
		Charge moyenne par essieu de wagon de marchandises.	Recette moyenne de tous les transports de marchandises. Par poud-verste.		Par verste.	Par 100 train-verstes.	Par 10,000 essieu-verstes.
		Pouds.	Copecks.	Roubles.	Roubles.	Roubles.	Roubles.
En général sur les chemins de fer de l'État et les chemins de fer privés, non compris le chemin de fer Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,750 verstes).	1890	150.68	0.0243	284,530,637.94	10,665	229	420
	1889	156.77	0 0236	282,690,784.24	10,743	231	426
	1888	154.54	0.0246	283,382,753.55	11,081	235	433
	1887	151.29	0.0253	252,986,698.68	10,209	229	428
	1886	147.31	0.0264	225,217,484.80	9,270	223	437
	1885	148.06	0.0266	234,374.610.60	9,959	227	444
	1884	146.93	0.0267	229,765,816.81	10,209	226	443
	1883	147.51	0.0273	231,875,496.47	10,587	226	452
	1882	147 51	0.0280	215,162,890.92	10,092	222	465
	1881	144.56	0.0280	200,840,087.84	9,460	215	464
	1880	...	...	193,205,930.64	9,145	208	471

Il ressort des tableaux A, B, C, D, E et F ci-dessus que, dans le courant des dix dernières années, le nombre des voyageurs s'est accru de 33 à 46 millions, et leurs parcours en verstes de 3,517 à 4,699 millions. Les recettes se sont élevées de 42 à 49 millions de roubles. Le parcours moyen d'un voyageur n'a presque pas varié (101.38 à 101.06 verstes). Le chiffre moyen de voyageurs par essieu de wagon à voyageurs n'a pas non plus considérablement changé (4.06 à 4.49). Les recettes moyennes par verste (2,016 roubles en 1880 et 1,856 roubles en 1890) et par voyageur-verste (1.22 et 1.05 copeck) se sont abaissées. Ce dernier fait s'explique surtout par la diminution de la distance parcourue par les voyageurs de 2e classe (361 et 323 millions) en même temps que par l'augmentation de la distance parcourue par les voyageurs de 3e (2,325 et 2,853 millions) et de 4e classe (4,256 millions); il doit être attribué en partie à l'impôt de l'État sur les billets de voyageurs.

Quant aux marchandises, le nombre de pouds transportés pendant les mêmes dix années a augmenté de 2,562 à 4,179 millions, celui des poud-verstes de 496 à 854 milliards, la recette de 130 à 207 millions de roubles. Il y a aussi augmentation de 195 à 204 verstes pour le parcours moyen d'un poud, de 144 à 150 pour le chiffre moyen des pouds par essieu de wagon à marchandises, de 6,249 à 7,773 roubles pour la recette moyenne par verste de voie, tandis que la recette par poud-verste a subi une diminution de 0.0280 à 0.0243 copeck. Cela s'explique par l'accroissement constant du transport des matières premières et par la concurrence, qui est à son comble en 1889. C'est à partir de cette date que la nouvelle politique du gouvernement, en matière de tarifs, provoque l'élévation des prix de transport. Ce n'est que dans l'avenir que l'on pourra connaître l'influence de cette élévation sur les résultats de l'exploitation.

Après ces quelques mots d'introduction, nous pouvons aborder l'exposé *de l'organisation de la partie commerciale* de l'exploitation sur les voies russes. Mais nous avons le devoir d'indiquer tout d'abord l'une des principales sources à laquelle nous avons puisé, non seulement relativement à ce sujet particulier, mais d'une manière générale pour tout ce qui concerne les chemins de fer russes : ce sont les travaux de la Commission des chemins de fer instituée sous la présidence du général aide de camp comte E.-T. Baranoff, travaux qui ont précédé la loi du 12 juin 1885 relative aux chemins de fer. Les motifs de cette loi sont exposés dans des annexes explicatives, qui contiennent bon nombre de données importantes sur la situation actuelle de l'entreprise des chemins de fer russes. D'après ces données, les principales causes de l'imperfection de l'œuvre des chemins de fer russes sont, de l'avis de la commission : *a*) l'étude incomplète des conditions économiques des localités par où passent certains chemins de fer, ainsi que des conditions techniques de leur construction, conditions qui ont nécessairement une influence prépondérante sur le succès ultérieur de l'exploitation; *b*) l'insuffisance des moyens de transport de beaucoup de lignes, provenant des économies que l'on a faites lors de l'établissement de la voie.

De l'avis de la commission, les résultats défavorables de l'exploitation doivent être attribués tant à l'insuffisance de la législation qu'à l'inefficacité du contrôle gouvernemental. Les diverses enquêtes de la commission ont révélé, entre autres choses, que tous les

rapports des chemins de fer avec le public étaient réglés par des dispositions dites « Conditions réglementaires », édictées par les Administrations elles-mêmes.

Ces conditions, soumises à l'approbation du gouvernement par toutes les Sociétés de chemins de fer, n'ont été approuvées par le ministère des voies de communication que pour quelques-unes d'entre elles, de sorte qu'elles n'offrent pas une garantie suffisante aux intérêts du public.

Remarque. — Les conditions réglementaires en vigueur sur les réseaux russes, avant la publication du Statut général, étaient de deux types principaux : le type français et le type allemand. Les premières, empruntées aux cahiers des charges des Compagnies françaises, furent tout d'abord adoptées par les lignes de la Grande Société, d'où elles passèrent sur la plupart des voies russes, avec des modifications imposées par les circonstances. Les secondes étaient surtout en vigueur sur les chemins du royaume de Pologne et des provinces baltiques. Ainsi, par exemple, les conditions de transport adoptées en 1845 par le chemin de Varsovie-Vienne reproduisaient exactement les règlements alors en vigueur en Prusse et formant un petit volume in-16. Dix paragraphes étaient consacrés au service des voyageurs, quatre à celui des bagages, sept à celui des marchandises et un à celui des tarifs. Ces règlements furent appliqués jusqu'en 1859 et furent ensuite remplacés par d'autres en tout point conformes aux dispositions allemandes relatives à l'exploitation et à la police des chemins de fer.

Les règlements de transport de 1845 ne stipulaient aucun terme de livraison, mais uniquement des délais d'expédition ainsi que des délais très restreints pour la garde des marchandises aux stations de destination. Ils n'obligeaient pas les chemins de fer à transporter les marchandises de 4e classe si leur quantité excédait les moyens de transport dont ils disposaient. Ils leur permettaient d'exiger des expéditeurs qu'ils opérassent eux-mêmes les chargements et les déchargements. Les stations intermédiaires n'acceptaient les transports d'équipages ou de bestiaux qu'à condition d'en avoir été avisées vingt-quatre heures à l'avance. En revanche, la responsabilité des chemins était illimitée et tous les différends relatifs à la perte ou aux avaries des marchandises étaient jugés conformément aux règles du droit commun. Il est fort intéressant de comparer ces règlements avec ceux en vigueur à la même époque sur le chemin de fer Nicolas, alors exploité par l'État.

Les Compagnies ne répondaient ni des avaries ni de la perte des marchandises pendant le temps qui s'écoulait entre leur arrivée en gare et le moment où l'on délivrait la quittance d'enregistrement. Cet intervalle comprenait quelquefois des semaines et des mois, pendant lesquels les marchandises restaient le plus souvent en plein air, exposées aux avaries et aux pertes en l'absence de mesures suffisantes pour leur conservation. Ce qui contribuait entre autres, d'après la commission, à entretenir et à développer ces rapports anormaux entre les chemins de fer et le public, c'est que lorsqu'on en arrivait à soumettre aux tribunaux les différends entre les Compagnies et les particuliers qui avaient profité de leurs services, l'interprétation des conditions de transport variait nécessairement dans les différentes parties de l'empire, par suite de l'absence d'une législation spéciale relative aux chemins de fer.

Indépendamment de cela, de l'avis de la commission, le désarroi des chemins de fer provenait encore de ce que les statuts des Compagnies, aussi bien que les dispositions

de l'administration de la justice, limitaient les cas litigieux, ce qui, vu le peu d'importance en argent de la plupart des réclamations devant les tribunaux, mettait en quelque sorte les chemins de fer et le public hors du droit commun.

La commission a émis l'avis que les relations mutuelles des chemins de fer demandaient également à être réglées par la loi.

En effet, les intérêts privés des diverses lignes sont en général divergents, et il suffit de l'opposition d'une seule d'entre elles pour empêcher la réalisation de toute mesure générale, si utile qu'elle puisse être.

Mais il est bon de remarquer que l'initiative de l'organisation des communications directes entre les chemins russes provient en grande partie des Compagnies elles-mêmes. Ceci prouve que le fait constaté par la commission n'est qu'une exception à une règle générale, ce que la commission reconnaît d'ailleurs en bon nombre de cas.

En conséquence des considérations qui précèdent, la commission s'est bornée à recommander les principales dispositions suivantes : *a*) Égalité de droits pour les voyageurs et les propriétaires de marchandises; *b*) responsabilité civile et criminelle pour tout dommage causé par l'exploitation ; *c*) fixation des cas où le fardeau de la preuve incombe aux chemins de fer ou aux personnes profitant de leurs services; *d*) responsabilité des chemins de fer en ce qui concerne la faute de leurs agents ; *e*) droit de porter plainte, tant au siège de l'Administration qu'aux stations d'expédition et de destination; *f*) délais de réclamation et mode de payement des indemnités; *g*) responsabilité du public en ce qui concerne les infractions aux règlements des chemins de fer; *h*) octroi aux chemins de fer de certaines garanties contre les prétentions injustes des voyageurs et des propriétaires des marchandises.

Ainsi la commission en est venue à reconnaître la nécessité : 1° de promulguer une loi déterminant : *a*) les obligations et la responsabilité des chemins de fer considérés comme voies de communication de grande voirie envers le gouvernement, envers eux-mêmes et envers le public; et *b*) les bases générales pour la fixation des tarifs; 2° d'instituer un conseil des chemins de fer présidé par le ministre des voies de communication et composé de représentants des divers ministères, des Compagnies, du commerce, de l'industrie et de l'agriculture, dans le but de discuter les diverses questions relatives aux chemins de fer, abstraction faite du côté technique.

En abordant l'appréciation de la loi relative aux chemins de fer, en date du 12 juin 1885, connue sous le nom de « Statut général des chemins de fer russes », il est impossible de passer sous silence qu'elle se base presque entièrement sur des sources étrangères et principalement sur la convention internationale de Berne pour le transport des marchandises (alors en projet). C'est le code de commerce allemand, en vigueur en Allemagne et en Autriche-Hongrie, qui a servi de modèle à cette convention. Les principes fondamentaux de cette législation sont développés dans le règlement (*Betriebs-Reglement*) de l'Union des Administrations de chemins allemands qui est aussi adopté dans une partie de la Belgique, en Hollande, en Roumanie, ainsi que sur les voies directes entre la Russie et l'Allemagne et entre la Russie et l'Autriche-Hongrie. La législation des chemins de fer russes ne rappelle que très peu celle des chemins de fer

français, parce qu'il n'y a pas en France de code des lois des chemins de fer dans la forme que l'on rencontre en Allemagne, en Suisse, en Italie, etc.

La loi de 1885 oblige les chemins de fer à effectuer le transport des voyageurs, des bagages, de la poste et des marchandises, tout en déterminant les cas exceptionnels où ils sont en droit de ne pas les accepter. Ils sont responsables des dommages et avaries causés par les agents employés à leur service ou par toute autre personne qu'ils emploient pour l'exécution du transport dont ils sont chargés.

Toute convention tendant à amoindrir la présomption de faute du chemin de fer ou à dégager complètement sa responsabilité en cas de perte ou d'avarie, est considérée comme nulle et non avenue. Le transporteur est responsable envers les voyageurs ou leurs héritiers, en cas de blessure ou de mort. En cas de retard — excepté s'il y a force majeure — dans le départ ou l'arrivée d'un train, les voyageurs sont en droit d'exiger le remboursement des frais de transport; le voyageur expulsé d'un train sans raison peut réclamer, dans une mesure fixée par la loi, le remboursement du prix qu'il a payé. Le chemin est responsable de la perte ou de l'avarie des bagages — à concurrence d'une somme fixe par poud variant avec la classe du voyageur (1) — ou des marchandises, d'après les prix du marché local au moment de l'expédition. En cas d'assurance des bagages ou des marchandises, l'expéditeur touche le montant de la valeur déclarée. Le chemin n'encourt aucune responsabilité, s'il réussit à prouver que l'expéditeur est lui-même la cause de la perte ou de l'avarie de la marchandise, qu'elle provienne soit de la nature même de la marchandise, soit du mauvais emballage, soit de la force majeure. Si le chemin refuse illégalement de se charger du transport de marchandises, il est tenu de payer, par expédition ou partie d'expédition égale ou inférieure à 25 pouds, le triple du prix fixé pour le transport, et, en outre, l'expéditeur est en droit de réclamer des dommages-intérêts prévus par la loi.

Pour toute dérogation à l'ordre naturel des expéditions, le chemin de fer est tenu de payer à l'expéditeur cinq fois la somme ordinairement perçue pour la garde des marchandises pendant le temps correspondant au retard occasionné. En cas de retard provenant du chemin de fer, il peut être réclamé, pour chaque jour de retard, 5 p. c. du prix de transport; néanmoins, le montant total de l'amende ne peut excéder le prix total de transport.

Si, dans le courant d'un mois, le chemin ne verse pas volontairement les sommes indiquées ci-dessus, il devra payer à l'ayant droit un intérêt fixé par la loi et courant à partir du jour de la réclamation.

Le chemin de fer ne doit reconnaître que les réclamations faites par un individu ayant le droit de disposer de la marchandise. En cas de transport direct sur des lignes appartenant à plusieurs Administrations, l'expéditeur peut à son gré former sa réclamation contre l'une ou l'autre des Administrations qui participent au transport, puisqu'elles sont toutes solidaires en ce qui concerne la responsabilité. Les chemins répartissent ensuite entre eux l'indemnité à payer au prorata de la faute de chacun.

(1) 3 roubles par poud en 1re classe, 2 roubles par poud en 2e classe et 1 rouble par poud en 3e classe.

Ce qui est surtout digne d'attention, ce sont les règles relatives au recours, à la prescription et à la forme de l'action contre le chemin de fer. La réclamation peut être notifiée au chemin de fer dans l'endroit que le demandeur trouve le plus commode pour lui : au siège de l'Administration ou de la direction ou dans une station quelconque. Il désigne aussi la caisse à laquelle il désire toucher les dommages et intérêts réclamés. Si, dans un délai déterminé (un mois pour le service local et deux pour le service direct), le chemin de fer ne répond pas à la réclamation ou la décline, le plaignant peut, pour faire valoir ses droits, recourir au tribunal du lieu où siège l'Administration ou la direction, ou bien à celui du lieu où se trouve la station d'expédition ou de destination, et même, dans certains cas, à celui de l'endroit où s'est produit l'accident. En trafic direct, la plainte peut être présentée au siège de la ligne expéditionnaire ou de la ligne destinataire, ou même de la ligne sur laquelle le dommage a été subi.

Le demandeur doit d'abord adresser sa réclamation au chemin de fer. En la présentant directement au tribunal, il perd non seulement le droit de recevoir une indemnité pour frais de poursuite judiciaire, mais il se condamne, par le fait, à payer cette indemnité au chemin de fer. La prescription, qui est d'un an, court à partir du jour de la livraison des marchandises, en cas d'avarie ou de perte partielle, à partir du jour de la déclaration, en cas de perte totale, et à partir du jour de l'événement qui a donné lieu à la réclamation dans tous les autres cas. Le même terme de prescription s'applique aux réclamations pour excédents de perception.

L'indemnité à payer au demandeur ne peut être portée ni au compte du matériel roulant ni à celui des profits et pertes. Les institutions ou les personnes en faveur desquelles a eu lieu la décision du tribunal, adressent leur demande de payement à l'Administration du chemin de fer sans indiquer le mode de remboursement. Si le chemin ne fait pas droit à la réclamation du demandeur dans un délai de trois mois à partir du jour où l'arrêt du tribunal lui a été signifié, l'ayant droit peut faire déclarer juridiquement l'insolvabilité du chemin de fer. A partir de ce moment, celui-ci ne peut plus faire aucune opération financière sans obtenir chaque fois une autorisation spéciale du ministre des voies de communication ; ensuite, il entre en liquidation et passe entre les mains de l'État.

Une fois en possession de la ligne, l'État peut l'exploiter lui-même pour le compte de la Compagnie et en employer les revenus à satisfaire les créanciers ; ou bien il peut la vendre aux enchères, au gré du Conseil des chemins de fer, dont la décision est soumise à l'approbation suprême par le conseil des ministres. L'exploitation temporaire par l'État, pour le compte de la Compagnie, ne peut dépasser un délai de cinq ans. Le rachat du chemin de fer par l'État, dans le cas où l'entente n'a pu se faire, s'effectue d'après les conditions stipulées dans ses statuts. En cas de rachat, l'État accorde aux créanciers une indemnité proportionnée au prix du rachat.

1. — Voyageurs et bagages.

Considérations générales. — De l'aveu de la commission d'enquête, le service des voyageurs n'a pas provoqué de récriminations sérieuses, attendu que l'intensité du

mouvement étant très faible et la vitesse des trains de voyageurs très modérée, les cas d'accidents graves ne pouvaient survenir qu'à titre d'exceptions. S'il se présente parfois quelque interruption dans la régularité des trains de voyageurs, c'est surtout en hiver, à cause des conditions climatériques, lors des encombrements de neige, par exemple. Le service des voyageurs n'a pu présenter non plus d'inconvénients sérieux sous le rapport des facilités offertes, puisque le nombre des trains en circulation dépasse de beaucoup les exigences du trafic, comme le prouve l'utilisation insuffisante des wagons (un peu plus de quatre voyageurs par essieu). Quant au matériel roulant, il est en général à la hauteur de toutes les exigences du confort. En conséquence, la commission a reconnu la nécessité de se contenter de solliciter l'approbation de la plupart des dispositions déjà presque uniformément en vigueur sur les chemins russes, dispositions éprouvées pratiquement par les chemins de fer de l'Europe occidentale.

Ce qui exigeait surtout une nouvelle réglementation, c'étaient les cas de refus de billets, d'expulsion de voyageurs des trains, d'amendes à infliger aux voyageurs sans billets, de responsabilité pour avarie et perte de bagages et, en général, de toute sorte d'infractions aux règlements destinés à donner à l'entreprise une marche légale. Toutes ces mesures paraissaient d'autant plus nécessaires que, sur beaucoup de lignes, le nombre des voyageurs sans billets atteignait des proportions énormes et que les chemins de fer se trouvaient dans l'impossibilité de recouvrer les sommes qui leur étaient dues. Quant à la responsabilité des chemins de fer en ce qui concerne les bagages, elle avait besoin d'être réglée tout entière.

Les principales dispositions du Statut général concernant le service des voyageurs sont les suivantes :

Les chemins de fer sont tenus d'assurer le transport régulier des voyageurs, ainsi que de leurs bagages. Chaque voyageur a le droit de prendre avec lui, sans payer de supplément, un enfant âgé de moins de cinq ans; les enfants de cinq à dix ans payent un demi ou un quart de billet. Le voyageur trouvé sans billet doit payer double taxe à partir de la dernière gare de contrôle. Les listes des gares de contrôle sont approuvées par le gouvernement (1). Si le voyageur, en présentant son bulletin de bagages, prouve qu'il a perdu son billet ou s'il est monté dans le train sans billet, avec l'autorisation du chef de gare, et que le chef du train en est prévenu, il est dispensé de payer double taxe. Si le voyageur refuse de payer double taxe pour la distance déjà parcourue et qu'il prenne un billet pour continuer sa route, on lui retient son bulletin de bagages jusqu'à ce qu'il ait payé l'amende infligée.

Peut être expulsé d'un train tout voyageur : 1° qui trouble le repos des autres voyageurs ou qui se conduit d'une façon inconvenante; 2° dont les autres voyageurs exigent l'expulsion pour tapage ou conduite inconvenante; 3° dont la présence porte atteinte à la sécurité des autres voyageurs, par exemple, en cas d'épilepsie, d'aliénation

(1) En 1890, il existait sur les chemins russes 338 gares de contrôle, ce qui fait à peu près une gare de contrôle par 80 verstes de voie, le développement total du réseau étant de 26,679 verstes. La distance de 80 verstes est un peu inférieure au parcours moyen d'un voyageur sur le réseau russe.

mentale, de maladies contagieuses ou qui est atteint d'une infirmité inspirant le dégoût, s'il n'y a pas moyen de lui donner un compartiment spécial. Dans ce dernier cas, le chemin de fer est tenu de rembourser le prix du voyage pour la distance restant à parcourir; cependant on ne peut faire sortir des voyageurs de cette catégorie qu'aux stations avoisinant les villes ou les villages considérables [1].

Tout billet de voyageur donne droit au transport gratuit d'un poud de bagages dans le fourgon à bagages; le billet d'enfant donne droit à un demi-poud. Les petits bagages (bagages à main) sont admis gratuitement dans les wagons de voyageurs. En cas de perte des bagages, le chemin de fer doit payer une indemnité de 3 roubles par poud pour un billet de 1re classe, de 2 roubles pour un billet de 2e classe et de 1 rouble pour un billet de 3e classe. En outre, les bagages peuvent être assurés, contre les risques de perte. Dans ce dernier cas, comme dans ceux où l'on soupçonne la présence dans les bagages de substances dangereuses ou prohibées, le chemin de fer a le droit de visiter les bagages en présence d'un gendarme et du propriétaire.

Trains affectés au transport des voyageurs. — La faible intensité du mouvement (166,000 à 176,000 voyageur-verstes par verste de voie) et la prédominance des voyageurs des classes inférieures (28 à 35 milliards de voyageur-verstes de 3e et de 4e classe), explique facilement la vitesse moyenne très modérée des trains sur les chemins de fer russes. On trouvera plus loin, dans le chapitre qui donne des renseignements techniques sur le mouvement, des données plus complètes sur cet objet.

Payement du prix de transport des voyageurs. — En règle générale, le prix du transport doit toujours être versé à l'avance. Il n'y a d'exceptions que pour les transports spéciaux des établissements ou des personnes qui ont des comptes courants avec l'Administration des chemins de fer.

Billets. — La distribution des billets commence, dans les gares principales de 1re, 2e et 3e classe, une heure, et, dans les autres gares, une demi-heure avant le départ du train; les guichets se ferment pour les voyageurs qui ont des bagages, dix minutes avant le deuxième coup de cloche, et pour les autres immédiatement après ce coup qui se donne deux minutes avant le départ du train. Aux gares frontières, les guichets sont fermés pour les voyageurs avec bagages vingt minutes et pour les voyageurs sans bagages dix minutes avant le départ du train.

Les billets de la plupart des chemins de fer russes sont de trois systèmes :

1° En carton (système Edmondson), simples et aller-retour (chemin de fer de Novotorjok);

2° Billets à souches (chemins de fer du Poléssié et de Tsarskoé-Sélo);

3° Livrets-coupons (pour abonnements, trafic direct).

---

[1] En 1890, il n'y avait pas moins de 296 gares sur les chemins russes, où il n'était pas permis de forcer les voyageurs à descendre à cause de l'éloignement des villes, des bourgs et des villages. Cette circonstance n'étonnera pas ceux qui connaissent les conditions géographiques de la Russie, où bon nombre de gares sont éloignées de tout centre de population.

La forme des livrets-coupons pour trafic direct est déterminée par le ministère des voies de communication.

Pour le service de la banlieue, il existe des billets d'abonnement, de saison et d'aller-retour.

Enfin, tout récemment, on a introduit les billets circulaires pour les voyages aux bains de mer, au Caucase, etc.

Les billets de circulation à l'intérieur d'un réseau ne sont, en général, valables que pour le train pour lequel ils ont été délivrés. Ce n'est que par exception, surtout sur les chemins de banlieue, qu'ils peuvent être valables pour trois jours. Les billets du trafic direct ont une durée de validité variable selon la distance (200 verstes ou 213 kilomètres par jour). Les billets circulaires ont une durée beaucoup plus longue.

Les billets reçoivent, comme partout, l'estampille d'un composteur, et ne se distinguent généralement en rien des billets du même genre délivrés sur les chemins de fer de l'Europe occidentale.

Échange et restitution des billets. — L'échange d'un billet contre un autre d'une classe supérieure avec payement de la différence, n'est admis que dix minutes avant le départ du train. Le prix payé pour un billet délivré à un voyageur ne lui est restitué que s'il ne peut pas en faire usage soit par suite d'une maladie subite, soit par la faute du chemin de fer.

Il est permis de passer d'une classe inférieure à la classe immédiatement supérieure moyennant le payement de la différence de prix calculée depuis l'endroit où a lieu le changement de place.

Compartiments et wagons réservés. — Les distances considérables, les conditions climatériques et le besoin de confort chez les voyageurs des hautes classes en Russie, font que les voyages en compartiments et même en wagons spéciaux jouent un rôle important dans l'exploitation des chemins de fer russes. Le nombre des demandes de compartiments-lits est si grand que — sans parler de ceux déjà très nombreux que, pour une raison ou une autre, les chemins de fer sont tenus de réserver gratuitement — souvent la composition des trains devient excessivement onéreuse. Dans le but d'écarter les inconvénients résultant de cet état de choses, certains chemins ont essayé, soit directement, soit par l'entremise de la Société internationale des wagons-lits, de prélever une taxe supplémentaire pour l'usage d'un, de deux ou de plusieurs canapés-lits. Cette taxe fait l'objet d'un tarif spécial. Les compartiments-lits peuvent être retenus à l'avance, et, si l'on en excepte l'éclairage, ils ne laissent rien à désirer sur nos grandes lignes ni sous le rapport de l'aménagement ni sous celui du confort.

Bagages a la main. — Sont considérés comme bagages à la main ou petits bagages les objets que les voyageurs peuvent mettre dans les filets ou sous les banquettes sans gêner les autres voyageurs. Le chemin de fer ne répond pas de leur intégrité.

Bagages remis aux chemins de fer. — Toujours en vertu des mêmes raisons spéciales

— longueur très grande du parcours moyen et conditions climatériques — le transport des bagages, principalement des voyageurs de 1re et de 2e classe (1,545 à 1,859 millions de poud-verstes), joue un assez grand rôle dans l'exploitation des chemins de fer russes. Il encombre souvent les trains de voyageurs de fourgons supplémentaires et a surtout l'inconvénient de provoquer aux gares des arrêts prolongés. Par contre, la 3e classe ne fournit presque pas de bagages enregistrés, parce que la plupart des voyageurs préfèrent prendre avec eux leurs effets dans les voitures. Comme ce sont surtout les paysans qui se servent des wagons de cette classe sur les lignes principales, les autres voyageurs ne protestent presque jamais contre cette liberté et les chemins de fer eux-mêmes la tolèrent, quoique le droit au transport gratuit des bagages soit limité à un poud. Les voyageurs qui occupent des compartiments séparés ont droit à une quantité de bagages gratuits en rapport avec le nombre de places retenues.

On perçoit une taxe spéciale quotidienne pour la garde des bagages qui ne sont pas réclamés dans les vingt-quatre heures.

Si le voyageur le désire, il peut recevoir ses bagages à une des gares intermédiaires; il n'a qu'à en faire la déclaration au chef du train en lui présentant son billet de bagages. La question de la garde des bagages a souvent occupé l'attention des Administrations des chemins de fer russes. Ainsi, dans une conférence des représentants du service du mouvement, on a examiné les mesures à prendre pour prévenir la confusion entre eux des colis-bagages (ou même des marchandises). On a trouvé que le moyen le plus efficace de prévenir cette confusion et de retrouver les colis transportés trop loin, était de les marquer tous au moyen de signes conventionnels, de lettres, etc., et de porter ces signes sur tous les documents y relatifs. Puis, outre les timbres, les numéros de l'expéditeur et les étiquettes du chemin de fer si faciles à arracher, il faut appliquer sur chaque colis le timbre de la station et avoir soin de l'inscrire sur tous les documents. La conférence a, de plus, reconnu l'utilité d'attacher aux bureaux de bagages (et de marchandises) des gares où l'expédition des menus envois atteint de grandes proportions, des agents spéciaux pour fixer des petites planchettes ou des morceaux de carton munis des signes voulus, aux colis de bagages ou de marchandises dont les conditions d'emballage ne comportent pas d'autre mode de numérotage.

2. — Transports par grande et par petite vitesse.

Considérations générales. — L'organisation rationnelle du service des marchandises et la garantie efficace des intérêts matériels de leurs propriétaires constituèrent, si l'on peut s'exprimer de la sorte, le centre de gravité de tout le travail législatif de la commission d'enquête des chemins de fer. Cependant, de l'avis de la commission, ce n'est qu'en réunissant des conditions complexes que l'on peut réussir à répondre de l'intégrité des marchandises et de leur livraison dans le délai voulu, tâche bien difficile à remplir en Russie. Les distances énormes que doivent parcourir les transports (de 195 à 204 verstes en moyenne, et pour quelques marchandises importantes quatre fois plus), les différentes conditions du mouvement aux diverses

extrémités de l'immense territoire de l'empire, la situation financière des chemins de fer étroitement liée à la nature des transports, à leur quantité et à leur rendement, telles sont les difficultés à vaincre pour en assurer le succès.

La commission a cru que, pour atteindre complètement ce but, il faudrait avant tout renforcer le plus possible les moyens de transport des chemins de fer, attendu que lorsqu'il se produit des fluctuations considérables dans le service des transports, il en résulte inévitablement des accumulations périodiques de marchandises, lesquelles deviennent, à leur tour, la principale cause de la perte, de l'avarie et du retard des envois.

Les causes du désarroi dans le service des marchandises étaient, d'après l'avis de la commission : *a*) le manque de précision dans l'obligation de recevoir des marchandises à expédier; *b*) l'incertitude du moment à partir duquel le contrat de transport entre en vigueur; *c*) l'irresponsabilité des chemins pour les chargements reçus en dépôt en attendant leur tour de transport; *d*) la variété de formes des lettres de voiture; *e*) l'absence du droit pour les propriétaires de disposer de leurs marchandises pendant la durée du transport; *f*) l'insuffisance de la responsabilité pour perte et avarie des marchandises à partir du moment de la conclusion du contrat de transport.

Mais pour pouvoir, comme le veulent les expéditeurs, recevoir leurs marchandises en dépôt jusqu'au moment de l'expédition, la commission est d'avis qu'il faudrait, d'un côté, augmenter le nombre des hangars couverts soit au compte des chemins, soit au compte des personnes qui en profitent, et, d'un autre côté, bien préciser légalement le moment où commence la responsabilité des chemins de fer par rapport à l'intégrité des chargements.

A l'heure qu'il est, le séjour en gare des marchandises attendant leur tour est un mal en quelque sorte inévitable, car on ne peut pas exiger que les chemins de fer soient toujours prêts à transporter immédiatement une quantité presque illimitée de marchandises, qui n'affluent qu'à certaines époques de l'année. On ne peut attendre d'améliorations sensibles sous ce rapport que du développement des voies d'accès, c'est-à-dire de l'achèvement complet du réseau, ainsi que de la construction d'entrepôts soit par le gouvernement, soit par des sociétés d'actionnaires, soit par des particuliers.

La commission elle-même a recommandé une réserve particulière vis-à-vis des demandes des expéditeurs de supprimer le tour de rôle pour l'expédition des marchandises et, par suite, d'augmenter les moyens de transport; autrement les chemins de fer se créeraient de nouveaux embarras financiers qui rejailliraient immédiatement sur le budget de l'État, puisque celui-ci a garanti sans réserve un minimum de produit net à la plupart des Compagnies (et à tous les chemins de fer de l'État). Nos commerçants ne se sont pas encore bien rendu compte de ce fait, qu'un chemin de fer, comme tout autre instrument mécanique, ne peut travailler que dans certaines limites, dont l'extension est soumise à des conditions bien diverses.

Délais de transport. — Le Statut général attribue au Conseil des chemins de fer le droit de fixer les délais de transport. Les règles actuelles peuvent se résumer comme suit :

Pour le transport des marchandises en petite vitesse, il est requis : 1° quarante-

huit heures pour l'expédition; 2° vingt-quatre heures pour chaque parcours de 150 verstes, si le transport est taxé par wagon complet et a lieu par service direct, et vingt-quatre heures pour chaque parcours de 120 verstes, si le transport est taxé par poud et a lieu par service soit direct, soit local. Lors du calcul de ces délais, on néglige les distances inférieures à 25 verstes, tandis que les distances supérieures à ce chiffre entrent en ligne de compte pour un jour; 3° vingt-quatre heures pour la transmission des marchandises d'une ligne à l'autre.

Pour le transport des marchandises en grande vitesse, il est requis : 1° vingt-quatre heures pour l'expédition; 2° vingt-quatre heures pour chaque parcours de 250 vertes, toute fraction étant considérée comme une unité entière.

Toute modification de ces délais, réclamée par des conditions locales, est soumise à l'appréciation du Conseil des chemins de fer.

Il y a suspension des délais : 1° pendant le temps nécessaire pour remplir les formalités de douane, d'octroi ou de police; et 2° pendant l'arrêt du mouvement dans les cas de force majeure, ou par suite d'un ordre du gouvernement.

Faute de convention spéciale entre les chemins de fer sur la question de répartition des délais fixés pour la livraison des marchandises, ces délais sont calculés proportionnellement aux tarifs des chemins; quant aux délais d'expédition et de transmission d'une ligne à l'autre, on les partage également entre les lignes initiales et finales et entre les chemins qui transmettent et qui reçoivent les marchandises.

Réception et expédition des marchandises ; retards dans l'expédition et en cours de route. — Le Statut général prescrit aux gares de marchandises d'être ouvertes chaque jour, à l'exception de quelques fêtes, à des heures fixes, afin de recevoir les expéditions; ces heures doivent être portées à la connaissance du public par des annonces dans les journaux. Le plan de chaque gare, avec indication des entrepôts, doit être affiché dans un endroit en vue; les entrepôts seront munis d'assises et approvisionnés de bâches par les soins du chemin de fer.

S'il n'y a pas de places libres dans l'intérieur de la gare, le chemin de fer, sur la réquisition de l'expéditeur, est tenu d'en assigner une au dehors, et ses marchandises acquièrent alors le droit d'occuper la première place libre dans l'enceinte de la gare. Quand toutes les places de dépôt sont occupées, le chemin de fer, s'il y est autorisé par le commissaire du gouvernement, est en droit de suspendre l'acceptation des dépôts, mais il est tenu, en conséquence, de pourvoir à l'agrandissement de ses entrepôts. Si les marchandises amenées ne peuvent pas être expédiées le jour même de leur arrivée à la gare, le chemin de fer n'en est pas moins obligé de les accepter (en leur faisant attendre leur tour) et de délivrer à l'expéditeur une lettre de voiture avec l'indication du jour de l'expédition et le nom de chacun des deux expéditeurs dont les envois précèdent immédiatement le sien.

Le verso de la lettre de voiture doit porter les règles relatives au transport. La même lettre de voiture peut servir pour différentes marchandises, mais à condition qu'elles aient la même destination.

Les indications fournies par l'expéditeur sur le poids et la valeur de ses marchandises doivent être vérifiées par le chemin de fer, tant à la station de départ qu'à la station d'arrivée. L'expéditeur est condamné à payer le double de la taxe fixée, s'il appert que le poids est au-dessous de la réalité; il répond de plus des dégâts causés au wagon dans le cas de surcharge excessive.

La particularité la plus caractéristique de l'organisation actuelle de la réception des marchandises avec toutes les conséquences juridiques qui en découlent, c'est la question relative à la forme du contrat de transport. Nous ne croyons pas inutile de citer ici les considérations qu'un juriste russe a publiées à ce sujet (Rabinovitsch, *Théorie et pratique du droit des chemins de fer concernant le transport des marchandises, des bagages et des voyageurs*. Saint-Pétersbourg, 1891) :

Le contrat de transport, dit M. Rabinovitsch, est passé entre le chemin de fer et l'expéditeur; il a ordinairement pour objet la livraison des marchandises non à l'expéditeur, mais à un tiers, qui est le destinataire, et de plus, cette livraison se fait non pas au lieu où le contrat s'est passé, mais à l'endroit où se trouve le destinataire. Par conséquent, c'est au destinataire qu'il faut reconnaître le droit d'exécuter le contrat. En pratique, il existe plusieurs systèmes qui réservent les droits attachés au contrat de transport à d'autres personnes qu'à l'expéditeur :

1° D'après le premier système, le contrat crée simultanément les droits de l'expéditeur et du destinataire. L'invariabilité des conditions premières du contrat, tel est le dernier mot de ce système.

2° Le deuxième système part du principe que les droits du destinataire ne commencent qu'à partir du moment de l'arrivée des marchandises au lieu de leur destination. C'est le système introduit dans les législations de l'Allemagne et de l'Autriche-Hongrie. D'après ce système, l'expéditeur est le seul maître des marchandises tant qu'elles se trouvent en route. Ainsi, l'expéditeur peut substituer une autre personne au destinataire primitif; mais, à partir du moment de l'arrivée des marchandises au lieu de destination, le destinataire entre en concurrence avec l'expéditeur. Enfin, le destinataire devient seul maître de la marchandise dès qu'on lui a remis la lettre de voiture ou qu'il exige du chemin de fer la livraison du chargement. Si le destinataire renonce à ses droits, l'expéditeur redevient seul partie contractante.

Ce système a été adopté par la convention de Berne.

3° Le troisième système a été introduit dans la législation russe et a été adopté par nos chemins de fer bien avant la publication du Statut général. Ce système a pour point de départ que *l'expéditeur reçoit un document spécial — le duplicata de la lettre de voiture — susceptible de passer de main en main et apportant le droit de disposer uniquement de la marchandise à la personne qui se trouve en possession de ce document*. Les avantages économiques de ce système consistent en ce que l'on ne perd pas inutilement le temps nécessaire au transport, ce qui est très important à cause de nos grandes distances. Pendant ce temps, la marchandise n'est pas un capital mort, car, avec le duplicata en mains, on peut profiter de la situation avantageuse du marché pour vendre la marchandise pendant qu'elle est encore en route; on peut engager le duplicata et recevoir des avances. En outre, le duplicata facilite les comptes personnels entre l'expéditeur qui vend et les destinataires qui achètent.

Enfin, ce qui est aussi très important, c'est que la marchandise achetée devenant la propriété de l'acquéreur, se trouve pendant le trajet à la charge du destinataire, de sorte que l'expéditeur n'a plus du tout à s'en préoccuper.

Cependant, à côté de ces avantages, le système russe présente aussi des inconvénients

très graves, en ce qu'il ne garantit pas assez les intérêts du crédit et, qu'en fait de responsabilité, il introduit dans les transports par voie de terre les règles en vigueur pour les connaissements; voilà pourquoi ce système n'est pas en grande faveur sur les chemins de fer. De plus, ce système complique les rapports entre les contractants, parce qu'il soulève une masse de questions sujettes à contestations et que la théorie elle-même n'a pas encore résolues.

Arrivée des marchandises aux stations destinataires. — En ce qui concerne l'arrivée et la remise des marchandises aux gares de destination, l'attention se porte principalement sur les exigences requises par le Statut général relativement aux déclarations, aux registres alphabétiques et au mode d'information de l'arrivée des marchandises; en cas de non-information, le chemin de fer est privé du droit de percevoir les frais de magasinage.

Les marchandises arrivées par petite vitesse peuvent rester quarante-huit heures, et celles arrivées par grande vitesse, vingt-quatre heures en gare sans payer aucune taxe. Les délais sont comptés à partir du moment de l'arrivée, indiqué par la gare de destination au moyen de l'estampillage de la lettre de voiture.

Les marchandises déchargées par les soins et aux frais du destinataire, restent gratuitement dans les wagons pendant douze heures. En cas d'accumulation extraordinaire des transports, les délais fixés peuvent être réduits pour une partie ou la totalité des marchandises, par décision du ministre des voies de communication. Les délais peuvent aussi être augmentés avec l'autorisation ministérielle. Enfin le ministre peut aussi permettre aux chemins de fer de transporter les marchandises arrivées à destination dans des entrepôts privés, mais aux risques et périls de leurs propriétaires.

Toutes ces prescriptions trouvent suffisamment leur raison d'être dans l'accumulation périodique des marchandises aux principales gares de destination, dans les capitales et dans les ports. Il est cependant juste de faire remarquer que ces mesures n'ont pas une grande importance en pratique, car ce qui s'oppose le plus souvent à la sortie des marchandises des gares, ce sont des conditions tout à fait indépendantes de la volonté des propriétaires, telles que le manque de moyens de transport ou le manque d'entrepôts capables de faire face à la fluctuation demesurée des quantités des principales expéditions à une certaine époque de l'année.

Livraison des marchandises. — Les chemins de fer sont tenus de livrer les marchandises dans les gares de destination dans les délais prescrits ; après le payement de toutes les sommes dues, les marchandises sont délivrées : 1° au destinataire, si la lettre de voiture est nominale; 2° au porteur du duplicata, si la lettre de voiture est au porteur. Le chemin de fer qui délivre les marchandises est chargé du recouvrement des sommes dues à tous les chemins de fer qui ont participé au transport.

Perception du prix de transport et des frais accessoires (d'expédition). Expéditions contre remboursement. — Les versements pour frais de transport et frais accessoires

peuvent être faits lors de l'expédition des marchandises; ils peuvent aussi être mis à la charge du destinataire.

Pour certaines marchandises, ces versements sont obligatoires au moment de l'expédition.

Sont interdites les ristournes et les ententes secrètes avec les expéditeurs au sujet du payement des prix de transport.

L'expéditeur a le droit d'expédier sa marchandise contre remboursement; dans ce cas, le destinataire ne peut prendre livraison qu'après le versement de la somme indiquée.

3. — Transports spéciaux.

VOYAGES DE LA FAMILLE IMPÉRIALE. — Les voyages de la Famille Impériale se font sous le régime du règlement de transport général, si l'on en excepte l'application d'un tarif spécial et quelques dispositions techniques et administratives, qui n'ont rien de commun avec les conditions du transport dans le sens strict du mot.

IMMUNITÉS ET DROITS SPÉCIAUX ACCORDÉS AUX FONCTIONNAIRES VOYAGEANT POUR AFFAIRES DE SERVICE OU D'INTÉRÊT PUBLIC. — Étant donnés, d'une part, l'énorme quantité des institutions administratives, judiciaires et provinciales qui entrent dans le rayon des chemins de fer, et, d'autre part, le faible développement des autres voies de communication, on conçoit sans peine que l'on ait accordé des immunités et des droits spéciaux à certains fonctionnaires qui voyagent en chemin de fer. Ces droits concernent les officiers, les médecins de l'armée et de la marine, les courriers, le corps de la gendarmerie civile, les employés de la justice, de la douane et de la garde-frontière, l'administration des postes et télégraphes, les médecins, les vétérinaires et les infirmiers, les prêtres et la police; ils consistent à pouvoir profiter des trains de service et de marchandises ainsi que des trains ordinaires, gratuitement ou à prix réduit.

TRANSPORT DES MILITAIRES. — En temps de paix comme en temps de guerre, le transport des troupes se fait d'après un règlement spécial revêtu de la sanction impériale. Ce règlement comprend les chapitres suivants : I. Dispositions générales. — II. Transport des troupes gratuitement ou d'après des tarifs déterminés, avec indication de la quantité de bagages à transporter aux frais du Trésor. — III. Transport de militaires isolés et de leurs bagages. — IV. Transport de corps et de détachements avec leurs bagages. — V. Transport de la poudre et des munitions de guerre. — VI. Transport des matières d'approvisionnement de l'intendance des ministères de la marine et de la guerre avec les soldats d'escorte. — VII. Subsistance des soldats voyageant en chemin de fer. — VIII. Devoirs des soldats pendant la durée du trajet. — IX. Règles relatives à l'établissement et à la remise des documents de transport. — X. Règlements des comptes pour le transport des troupes et de leurs bagages. — XI. Transport des

troupes et des bagages en temps de guerre. — XII. Officiers préposés au déplacement des troupes par les voies ferrées.

Indépendamment de cela, le gouvernement a publié des règles sur l'appropriation du matériel roulant au transport des troupes et sur les taxes fixées par les cahiers des charges des Compagnies privées pour le transport des militaires et de leurs bagages; il a aussi publié les tarifs calculés par verste pour le transport des troupes sur les chemins de fer de l'État, des règlements pour le transport par chemins de fer des approvisionnements de réserve du ministère de la guerre, ainsi que des instructions spéciales pour le transport par chemins de fer de l'infanterie, de la cavalerie et de l'artillerie. Enfin, le gouvernement a fait paraître des règlements relatifs à la transmission d'un réseau à un autre et à l'utilisation du matériel roulant des chemins de fer de l'État et des Compagnies privées pour le transport des troupes et de leurs bagages, etc.

Conformément à ces règlements, le transport des troupes et de leurs bagages s'effectue soit par les trains ordinaires, soit par des trains spéciaux. Tous les chemins russes sont tenus, en vertu de leurs cahiers des charges et des ordres exprès du gouvernement, d'y pourvoir à des prix considérablement réduits.

Transport des détenus et de leur escorte. — Ce transport s'opère dans des wagons spéciaux, le plus souvent par les trains ordinaires. Par suite des distances considérables parcourues par ces transports, ils constituent une branche assez importante du service des voyageurs.

Poste. — Les cahiers des charges de tous les chemins de fer russes les obligent à transporter la poste gratuitement ou à prix réduit. Le transport a lieu soit dans des fourgons spéciaux appartenant à l'administration des postes et télégraphes, soit dans des wagons de marchandises appartenant aux chemins de fer eux-mêmes, soit enfin dans des compartiments réservés de wagons de voyageurs ou de bagages.

La remise de la correspondance ordinaire dans les endroits où il n'existe pas de bureau de poste incombe aux chefs de gare. Des boîtes à lettres se trouvent à toutes les gares de chemins de fer sans exception.

Objets soumis aux formalités de douane, d'octroi et de police. — Il s'agit ici des peaux non tannées, des chiffons, du tabac, de l'alcool et des autres articles soumis aux formalités de la douane. Ces formalités se distinguent entre toutes par leur étude approfondie; elles comprennent : I. Les documents relatifs au transport des marchandises; II. Le mode de réception, de visite et d'affranchissement des trains de chemins de fer par les douanes-frontières; III. Les transports par chemin de fer d'une douane à l'autre des marchandises étrangères qui n'ont pas encore acquitté les droits de douane. Certains chemins de fer établissent à la frontière des agences pour acquitter les droits de douane si les propriétaires des marchandises le désirent.

MATIÈRES DANGEREUSES. — Il s'agit ici des matières dangereuses (inflammables, combustibles, explosives, etc.), dont le gouvernement a fait l'objet d'un règlement détaillé. Les conditions de ces transports ne se distinguent en rien de celles pratiquées sur les chemins de l'Europe occidentale.

TRANSPORTS FUNÈBRES. — Ils ne présentent d'intérêt spécial que pour la capitale de l'Empire. Après la suppression de bon nombre de cimetières dans le rayon de la ville de Saint-Pétersbourg, on a établi un vaste champ de repos à 10 verstes de distance, sur la ligne Nicolas, et l'on a organisé des trains spéciaux pour le transport journalier des convois funèbres.

4. — Principaux transports.

NATURE ET IMPORTANCE DES TRANSPORTS. — Les principales marchandises transportées sur le réseau des chemins de fer russes, sont : *a*) le blé; *b*) le combustible minéral; *c*) le pétrole et les autres produits du naphte; *d*) le sel de cuisine; *e*) le bois de construction; *f*) le naphte brut et ses résidus; *g*) le bois de chauffage. Ces articles forment environ les 66 p. c. de la totalité des transports, comme il ressort des tableaux suivants [1] :

1. — Transport de céréales (froment, farine de froment, seigle, farine de seigle, avoine, orge).

ANNÉES.	POUDS		POUD-VERSTES		Parcours moyen par poud.
	en millions.	p. c	en milliards.	p. c.	
1890.	407	21	197	26	484
1889.	422	22	201	27	476
1888.	542	28	257	34	474
1886.	318	22	142	26	446
1885.	408	27	185	33	459
1884.	351	24	192	35	548
1882.	339	25	192	34	481

[1] Ces tableaux ne comprennent pas les résultats pour 1883 et 1887, parce que la section de statistique du ministère des voies de communication ne les a pas déterminés.

2. — Combustible minéral (charbon de terre en général, anthracite, houille proprement dite, briquettes et coke).

ANNÉES.	POUDS en millions.	POUDS p. c.	POUD-VERSTES en milliards.	POUD-VERSTES p. c.	Parcours moyen par poud.
1890	266	14	82	11	311
1889	289	15	90	12	313
1888	241	13	75	10	311
1886	215	15	66	12	310
1885	207	14	63	11	308
1884	193	13	58	10	300
1882	171	13	50	11	298

3. — Bois de construction.

ANNÉES.	POUDS en millions.	POUDS p. c.	POUD-VERSTES en milliards.	POUD-VERSTES p. c.	Parcours moyen par poud.
1890	149	8	28	4	191
1889	154	8	28	4	185
1888	135	7	24	3	184
1886	101	7	20	4	200
1885	104	7	19	3	182
1884	100	7	17	3	170
1882	106	8	4	4	166

4. — Bois de chauffage.

ANNÉES.	POUDS en millions.	POUDS p. c.	POUD-VERSTES en milliards.	POUD-VERSTES p. c.	Parcours moyen par poud.
1890	142	7	16	2	117
1889	148	8	18	3	124
1888	139	7	19	3	137
1886	131	9	17	3	137
1885	133	9	18	3	138
1884	146	10	20	4	138
1882	136	10	17	4	126

5. — Pétrole et autres produits du naphte.

ANNÉES.	POUDS en millions.	POUDS p. c.	POUD-VERSTES en milliards.	POUD-VERSTES p. c.	Parcours moyen par poud.
1890	81	4	66	9	821
1889	76	4	66	8	867
1888	67	4	55	7	825
1886	43	3	34	6	784
1885	37	3	30	5	832
1884	29	2	24	4	852
1882	16	1	12	3	722

6. — Naphte brut et résidus de naphte.

ANNÉES.	POUDS en millions	POUDS p. c.	POUD-VERSTES en milliards.	POUD-VERSTES p. c.	Parcours moyen par poud.
1890	34	2	15	2	459
1889	27	1	14	2	512
1888	19	1	9	1	489
1886	9	1	5	1	502
1885	14	1	4	1	291
1884	20	1	4	1	200
1882	16	1	2	1	145

7. — Sel de cuisine.

ANNÉES.	POUDS en millions.	POUDS p. c.	POUD-VERSTES en milliards	POUD-VERSTES p. c.	Parcours moyen par poud.
1890	50	3	31	4	540
1889	60	3	34	5	567
1888	55	2	29	4	532
1886	53	4	28	5	534
1885	50	3	25	5	511
1884	48	3	23	4	479
1882	39	3	16	4	428

Totaux des marchandises susmentionnées.

ANNÉES.	POUDS en millions.	p. c.	POUD-VERSTES en milliards.	p. c.	Parcours moyen par poud.
1890	1.141	58	439	58	385
1889	1.180	61	454	60	384
1888	1.201	62	471	61	393
1886	874	59	315	58	361
1885	952	63	347	61	365
1884	891	61	340	61	381
1882	827	60	280	58	339

Le parcours moyen le plus long a été effectué par : *a*) le pétrole et les autres produits du naphte; *b*) le sel de cuisine; *c*) le naphte brut et ses résidus; *d*) le blé; *e*) le combustible minéral; *f*) le bois de construction; *g*) le bois de chauffage.

Quant à la direction des transports, elle est déterminée par les rayons de production et de consommation, dont on peut voir la répartition dans les graphiques annexés. Ils nous montrent que c'est le nord-ouest et le sud qui attirent de préférence les principaux transports. A l'aide de ces dessins, on parvient mieux et plus facilement qu'à l'aide d'une série de chiffres à se faire une idée nette du caractère imprimé au mouvement des principaux articles de transport.

Enfin, pour achever de caractériser le mouvement des marchandises, il est nécessaire de donner une idée générale de l'importance relative des communications intérieures et directes. C'est à quoi serviront les données suivantes :

ANNÉES.	Longueur de la ligne en exploitation.	RÉPARTITION DES TRANSPORTS DE MARCHANDISES A PETITE VITESSE EN P. C.		
		En service intérieur de chaque réseau.	EN SERVICE DIRECT	
			russe.	international.
1890	27.238	61	38	1
1889	26.554	55	44	1
1888	26.133	60	39	1
1887	25.367	56	43	1
1886	24.508	57	41	2
1885	24.011	58	40	2
1884	23.039	57	41	2
1883	22.215	57	41	2
1882	21.593	59	40	2
1881	21.262	62	37	2

Ces données montrent la grande importance du service intérieur, bien que les par-

cours (moyens) soient immenses à cause des distances énormes provenant de la longueur de beaucoup de lignes, telles que celles du Sud-Ouest, de Saint-Pétersbourg-Varsovie, de Libau-Romny et d'autres qui relient directement les centres de la production du blé aux ports de la Baltique et de la mer Noire.

TRANSPORT DU BÉTAIL. — Le ministre de l'intérieur, après entente avec les ministres des finances et des voies de communication, a le droit : *a*) d'interdire de faire passer les troupeaux de bêtes à cornes sur les routes de passage là où ce sera reconnu nécessaire et de rendre obligatoire le transport du bétail par les chemins de fer correspondant aux routes interdites ; d'autoriser le passage des troupeaux sur les routes de passage dont l'interdiction sera reconnue superflue; *b*) de fixer le prix du transport du bétail par chemins de fer, dans les contrées où les routes seront fermées, à 1 $^1/_4$ copeck par tête et par verste de parcours.

La réduction de cette taxe peut être effectuée conformément aux dispositions générales sur les tarifs.

Actuellement, le transport du bétail se fait sur les chemins de fer russes en vertu de conventions spéciales conclues entre les Administrations. Le premier exemple d'une convention de l'espèce a été fourni par une entente entre les chemins de Vladicaucase, Kozlov-Voronège-Rostov, Moscou-Riazan, Griazi-Tsaritzine, Kozlov-Saratov, Riazan-Kozlov et Nicolas. En voici les dispositions principales : 1° Le transport du bétail a lieu par trains spéciaux, établis conformément aux exigences des marchés locaux ; 2° le chemin de fer expéditeur est tenu d'informer par télégraphe le chemin de fer suivant du nombre de wagons de bestiaux envoyés par chaque train ; 3° le chemin qui délivre les wagons de bestiaux doit le faire dans les deux heures qui suivent l'arrivée du train ; 4° le chemin qui reçoit est tenu d'expédier les wagons de bestiaux dans les trois heures qui suivent leur arrivée à la station d'échange ; 5° en cas de retard des trains convenus, les trains qui leur correspondent doivent être arrêtés sur les voies contiguës jusqu'à l'arrivée du train en retard.

En outre, le ministre des voies de communication a publié les dispositions suivantes : 1° la vitesse d'un transport de bétail, d'animaux et d'oiseaux vivants, en service soit intérieur, soit direct, est fixé à 240 verstes par jour, y compris les temps d'arrêt et de passage d'une voie à l'autre ; 2° il est recommandé aux chemins de fer d'établir un nombre suffisant de portes à claire-voie et de se pourvoir de tout ce qui est nécessaire à l'abreuvage du bétail sans le faire sortir des wagons, à des distances maximums de 400 verstes ; 3° il est recommandé également de permettre l'introduction gratuite dans les wagons de la quantité de fourrage nécessaire aux animaux ; 4° d'observer toutes les mesures sanitaires prescrites par le gouvernement. Entre autres dispositions relatives à cet objet, remarquons encore la fixation du chiffre maximum du bétail à charger dans chaque wagon et le nombre des personnes admises à le garder. Les soins de propreté et de désinfection des wagons, après la sortie du bétail, sont réglés par les dispositions générales existant à ce sujet.

Aujourd'hui, les marchés au bétail des capitales et de plusieurs chefs-lieux de gou-

vernement sont reliés par des voies ferrées aux gares voisines qui leur amènent directement les trains de bestiaux au fur et à mesure de leur arrivée.

Transport des chevaux. — Le transport des chevaux se fait dans des wagons appropriés à cet usage, et devant avoir au moins 7 ²/₃ pieds (2^m34) de hauteur; des palefreniers doivent accompagner ces animaux. Les chemins de fer doivent aider les conducteurs à se procurer de l'eau, et les laisser promener leurs bêtes aux stations qui n'ont pas moins d'une heure d'arrêt.

Transport des céréales. — Il y a longtemps que la réduction des frais de transport des blés préoccupe l'attention des chemins de fer russes, surtout de ceux qui comprennent les têtes de lignes de ce trafic. Comme ce sont les prix de chargement, de déchargement et d'emmagasinage aussi bien que l'intérêt du capital représentant la valeur du blé qui forment la partie principale des frais de transport, on s'est toujours efforcé de trouver le moyen de verser le blé directement dans les wagons, de construire des dépôts et des élévateurs et de donner des avances sur les chargements.

Transport du blé en vrac. — C'est en 1873 que le chemin de fer d'Odessa a fait les premiers essais de ce genre. A Odessa, sur une voie spéciale à estacades, on déchargeait le blé des wagons dans les vaisseaux, d'abord au moyen d'entonnoirs, puis au moyen d'un appareil spécial appelé *convoyer*, construit par l'adjoint de l'ingénieur en chef de la voie, M. E.-G. Harris. Outre les wagons spéciaux destinés au blé en vrac, le chemin de fer du Sud-Ouest employait aussi, pour les transports d'une station à l'autre, des wagons ordinaires de marchandises appropriés d'après le système Biron. En 1886, les chemins de fer du Sud-Ouest possédaient déjà deux cents wagons de cette espèce. Le transport du blé en vrac se faisait aussi sur l'ancien chemin de Tambov-Saratov dans des housses de toile d'après le procédé de l'ingénieur Okouneff. Un journal technique de cette époque contient la description d'un appareil inventé par M. Lembké. Il consiste en clapets de toile placés aux portes des wagons et revient à environ 7 roubles par wagon.

Actuellement, le transport du blé en vrac a lieu sur beaucoup de lignes dans des wagons de marchandises ordinaires; la XXXIIᵉ Conférence générale a réglé le mode d'utilisation et d'échange de ces wagons. Les armatures des portes sont faites d'après un modèle approuvée par la Conférence générale; elles sont fournies par le chemin de fer expéditeur moyennant une taxe d'un rouble par wagon pour tout le parcours à payer par le propriétaire des marchandises. Celui-ci peut aussi fournir lui-même les clapets du type déterminé en payant au chemin de fer, à chaque expédition, 50 copecks par clapet pour les réparations. Les chemins de fer font l'échange des clapets en même temps que celui des wagons.

Le chemin cédant paye 3 r. 50 c. au chemin cessionnaire pour chaque clapet non remis.

Dépôts de marchandises et élévateurs. — Cette question est apparue en même temps que celle du transport du blé en vrac : tout s'était borné jusqu'alors à de simples projets, et les quelques tentatives isolées qui avaient été faites auparavant

étaient restées sans succès. Ainsi, par exemple, en 1871, on approuva les statuts de la Société anonyme d'Orel, qui se proposait de fonder des entrepôts de marchandises avec délivrance de warrants; mais elle ne put s'établir à cause de l'impossibilité de réaliser son capital. En 1872, on approuva les statuts de la Société d'assurance du Nord avec délivrance des récépissés pour dépôt de marchandises; mais en 1879, elle suspendit ses opérations de dépôt pour ne plus s'occuper que d'assurance. En 1874, une Société analogue, celle de Volga-Baltique, se trouva dans l'impossibilité de former un capital. En 1878 furent approuvés les statuts de la Société des magasins-élévateurs pour blé, mais on n'en entendit plus parler. En 1879, on approuva les statuts de « la seconde Société des magasins-élévateurs pour blé », mais elle ne put pas même naître. Les instances faites par la maison de commerce de G.-E. Gunzbourg en 1881, et celles de l'ingénieur Lichine en 1882, furent retirées. Huit autres entreprises du même genre avortèrent aussi. Il en fut de même des projets bien connus de V.-P. Dournovo et du prince V.-J. Ténicheff. Enfin, en 1885, le ministère des voies de communication élabora un projet de contrat-type avec les entrepreneurs d'élévateurs et un projet de soumission obligatoire pour eux; mais, de l'avis des personnes compétentes, la réalisation de ces projets enlèverait aux particuliers toute initiative dans cette question. Les chemins de fer eux-mêmes ont été longtemps dans des conditions qui rendaient chimérique la réalisation de semblables entreprises, toute nouvelle dépense exigeant l'autorisation du gouvernement, et le capital de leurs propres obligations atteignant déjà des proportions trop considérables. Cependant la concurrence toujours croissante du blé américain réclamait instamment l'intervention des chemins de fer les plus intéressés au transport des grains dans la construction des élévateurs. L'initiative en revient aux chemins de fer du Sud-Ouest, ce qui se conçoit très bien après ce que nous venons de raconter de cette Compagnie relativement au transport du blé en vrac. Au moment opportun, on construisit des élévateurs sur les chemins de fer du Sud-Ouest à Odessa, sur celui de Riazan-Kozlov à Lébédiane, à Dankov, à Riajsk et à Koslov, et sur l'embranchement du Port, à Saint-Pétersbourg. Cette dernière ligne appartient à l'État, et elle était affermée à la Grande Société des chemins de fer russes. Il est à remarquer que le premier élévateur fut construit à Életz sur l'initiative et aux frais des États provinciaux. Dans la suite, le gouvernement approuva les taxes à percevoir et il établit un contrôle pour l'assortiment des blés, ainsi que pour toutes les autres opérations des élévateurs. En outre, en 1891, le conseil des ministres rendit une décision revêtue de la sanction impériale, en vertu de laquelle les règlements de 1883, relatifs aux entrepôts de marchandises, devraient être appliqués aux élévateurs et aux entrepôts de grains construits par la Compagnie des chemins de fer du Sud-Ouest et par celle de Riazan-Kozlov. La question de savoir ce qu'il y a de plus avantageux de la construction des silos-élévateurs ou des greniers-élévateurs à plusieurs étages, est encore actuellement en suspens, du moins en Russie. Nous croyons bon de citer ici à ce sujet le travail plein de données et de considérations intéressantes de M. Fridé sur cette question. On le trouvera dans le *Journal du ministère des voies de communication* de l'année 1891.

Les renseignements contenus dans cet article prouvent entre autres que les éléva-

teurs pour les stations intermédiaires, vu les faibles dimensions qu'ils ont inévitablement, reviennent très cher, à savoir 6 r. 41 c. et 7 r. 40 c. le tchetvert (2,097 hectolitres), tandis que les deux bâtiments de la gare d'Odessa-Zastava, qui peuvent recevoir 160,000 tchetverts, ont coûté un peu plus de 3 roubles par tchetvert, sans compter, cela va sans dire, la perte du bâtiment brûlé. Le projet d'élévateur pour Nicolaev, dressé sur le modèle de celui d'Odessa, comprend aussi deux corps de bâtiments d'une capacité de 86,000 tchetverts chacun et revenant à 4 r. 65 c. le tchetvert. Ces chiffres montrent la cherté de ces constructions, surtout si l'on considère qu'elles sont en bois et que les frais de dépôt vont toujours en augmentant par suite du chiffre élevé de la prime d'assurance. Pour résoudre cette question, il faut se guider non seulement d'après les considérations techniques, mais aussi d'après les considérations commerciales qui dépendent des localités, des coutumes et des usages du commerce des blés. Telle est la conclusion à laquelle est arrivé également le chemin de fer Vladicaucase après une expérience qu'il a faite depuis l'existence de l'embranchement de Novorossiisk. Avant de prendre une résolution définitive, cette Administration élabora sept projets différents et les compara sous le rapport de la commodité et du prix de revient en supposant une dépense égale de matériaux et de main-d'œuvre. Il s'est trouvé que les greniers-élévateurs à plusieurs étages étaient les plus avantageux au point de vue du prix pour une même capacité; mais, après avoir pesé les diverses autres considérations, telles que la rapidité des constructions, leur utilisation éventuelle à d'autres usages, etc., on s'en tint malgré sa cherté relative au type des greniers à un étage avec appareils mécaniques pour les stations intermédiaires. Le chemin de fer de Vladicaucase se propose de construire prochainement douze de ces greniers-élévateurs, d'une contenance de 5,000 à 30,000 tchetverts. Seule la gare de Novorossiisk possédera un énorme élévateur incombustible du type américain, pouvant contenir 300,000 tchetverts et destiné à venir en aide aux autres greniers d'une capacité de 450,000 tchetverts existant déjà à cette station ; ces derniers, à leur tour, seront munis de toute une série d'appareils mécaniques pour le chargement et le déchargement du blé des greniers dans les bateaux à vapeur.

D'après M. Fridé, il n'est généralement pas possible de fixer à l'avance le type et le mode d'exploitation des élévateurs en Russie. Chaque localité se trouve dans des conditions spéciales; chacune est dominée par des traditions et des manières de voir séculaires, qui ne se prêtent pas à une extirpation radicale. L'exemple de l'Amérique ne peut pas être rigoureusement suivi en Russie, car il existe de trop grandes différences entre ces deux pays, tant dans le mode de culture du fermier et du paysan que dans la manière de vendre les produits. On peut recommander la construction des élévateurs du type américain dans les centres d'exportation, tels que les ports, ainsi que dans les endroits qui possèdent, outre les élévateurs, de nombreux entrepôts de grains. On peut alors considérer ceux-ci comme des réservoirs alimentant l'élévateur de grains qui doivent être assortis et expédiés à bref délai. Dans les endroits où l'on reçoit le grain en petites quantités soit par axe, soit par rail, comme c'est le cas dans les gares intermédiaires, on peut recommander aux États provinciaux les greniers-élévateurs à plusieurs étages.

Terminons cet article sur les élévateurs par l'énumération de ceux que l'Administration des travaux publics se propose de construire dans le courant de cette année. En voici la liste :

Gouvernements.	Chemins de fer.	ELÉVATEURS. CAPACITÉ EN POUDS.		MAGASINS. CAPACITÉ EN POUDS.			
		300,000	200,000	120,000	90,000	60,000	30,00 0
Samara	Orenbourg.	Samara.	...	Sorotchinsk.	Samara.	...	...
	Id.	...	...	...	Bouzoulouk.	...	...
	Samara-Zlatooust.	...	...	...	...	Tcherkask	Abdoulino
	Id.	...	...	...	...	Bougou-rouslane.	...
Pensa	Sysran-Viasma.	...	Pensa.	Voëikovo.	...	Bachmak.	Simantsine.
	Id.	...	...	...	...	...	Stoudénetz.
	Id.	...	...	...	...	...	Titovo.
Tambov	Griazi-Tzaritzine.	...	Borissogleb.	Tokareff.	...	...	...
	Sysran-Viasma.	...	Morschansk.	...	...	...	Sociédka.
	Orel-Griazi.	...	...	...	...	...	Lipietsk.
Toula	Sysran-Viasma.	Ouzlovaïa.	...	Klekotky.	...	...	Bobr.-Don.
	Id.	...	...	Epiphane.	...	...	Obolensky
	Id. embranchement d'Eletz.	..	...	Bogoroditsk.	...	Karassi.	Kolodési.
	Moscou-Koursk.	...	Serg.-Possad	Ephrémov	...	...	Babaryk.
	Id.						
	Orel-Griazi.	...	...	...	Verkhovié	Khomoutovo	Zalegochtch.
Orel	Moscou-Koursk.		...	...	Mtsensk.	Zmievka.	...
	Orel-Vitebsk.	Orel.	...	...	...	...	...
	Orel-Griazi.		...	. .	...	Rassochnaïa.	Ismaïlovo
Kharkhov	Kharkov-Nicolaiëv.	...	Kharkov.	...	...	...	Aléxievska.
	Koursk-Kharkov-Azov.	...		...	...	...	Borky.
Ekaterinoslav	Koursk-Kharkov-Azov.	...	Lozovo.				
	Lozovo-Sébastopol.	...					
Voronège	Koslov-Voronège-Rostov.	...	Voronège.				
	Id.	...	Byk.				
Terre des Cosaques du Don	Koslov-Voronège-Rostov.	...	Kamensk.				
Orenbourg	Orenbourg.	...	Orenbourg.	...	...	..	Davlekanovka.
Oufa	Samara-Saratov.	...	Oufa.				
Nijni-Novgorod	Moscou-Nijni-Novgorod.	...	Nijni				
Riazan	Sysran-Viasma.	...	...	..	...	Oukholovo	...
	Id.	...	...	.	...	Verda.	...
	Id.	...	...	...	...	...	Kensino.
Koursk	Moscou-Koursk.	...	...	...	...	...	Popyri.
	Koursk-Kharkov-Azov.	..	...	...	Bielgorod.	Prokhorov.	
Simbirsk	Sysran-Viasma.	...	...	...	...	...	Syzran.
		900,000	2,400,000	960,000	450,000	600,000	540,000
		3,300,000		2,550,000			
		5,850,000					

Avances sur blé; agences de commission pour garde et vente du blé. — En 1888, le conseil d'État émit une décision revêtue de la sanction impériale en vertu de laquelle la Banque de l'État était autorisée à faire, par l'entremise des chemins de fer, des avances sous garantie de chargements de blé, et, en 1891, ceux-ci reçurent l'autorisation de faire des avances du même genre soit par l'intermédiaire des banques privées, soit en prélevant les sommes nécessaires sur les revenus de l'exploitation. La Banque de l'État reçut, en 1889, des instructions détaillées sur ce sujet, et la XXX[e] conférence générale fixa les règles qui régissent les rapports réciproques des chemins en cette matière. Puis, en 1889, parut une disposition du conseil des ministres autorisant quelques chemins de fer à entretenir hors de l'Empire des agences spéciales pour conserver et vendre le blé sur l'ordre des expéditeurs. L'exercice total ou partiel de ces opérations est actuellement permis aux chemins du Sud-Ouest, de Vladicaucase, de Rybinsk-Bologoïé, de la Vistule, de Moscou-Riazan, de Riazan-Kozlov et de Griazi-Tzaritzine, ainsi qu'aux propriétaires de l'élévateur de Saint-Pétersbourg. Enfin, les chemins du Sud-Ouest, de Vladicaucase et de Riazan-Kozlov sont autorisés à construire des entrepôts spéciaux pour garder le blé jusqu'au moment de l'expédition.

Le *Messager des Finances* est le seul organe périodique où l'on puisse trouver des renseignements sur l'activité de ces entrepôts, et encore ne concernent-ils que les chemins du Sud-Ouest.

Enfin, en fait de mesures prises pour régulariser le transport du blé, il faut mentionner la publication, organisée en 1888 par le ministère des finances, des prix et des tarifs relatifs à cette marchandise et, en 1891, l'ordre d'afficher ces renseignements dans les gares de chemins de fer.

Transport de la houille, de l'anthracite et du coke. — La grande importance du développement de l'industrie houillère dans le midi de la Russie jointe aux embarras qui se produisaient périodiquement dans le transport du charbon par suite des fluctuations considérables dans la demande, attire sur cette question la sérieuse attention du gouvernement. Dès 1884, il publia des règlements spéciaux sur le transport du combustible minéral provenant des mines situées sur le parcours des chemins de Koursk-Kharkov-Azov et de Donetz, après s'être mis d'accord avec les délégués élus par la réunion des représentants de l'industrie houillère. En vertu de ces règlements, une conférence des représentants des mines et des chemins de fer examine chaque mois les données pour le transport de la houille à effectuer le mois suivant. Lesdits organes répartissent alors par voies, par gares, par directions et par espèce de consommateurs les moyens de transport nécessaires. Le plan de transport ainsi tracé devient obligatoire pour les chemins comme pour les expéditeurs de houille. S'il survient, dans le chargement et la transmission des wagons, des obstacles qui entravent l'exécution du plan projeté en commun, l'Administration du chemin de fer intéressé en informe le délégué de son groupe, ainsi que le président de la commission des délégués. Les délégués, de leur côté, communiquent chaque mois à l'inspection gouvernementale le résultat des opérations. Des commissions spéciales examinent, de concert avec les parties inté-

ressées, les malentendus mutuels qui peuvent surgir. Conformément à l'arrêté du ministre des voies de communication daté de 1888, on déduit en faveur des consommateurs particuliers, des villes, des usines et des bateaux à vapeur, 15 p. c. du chiffre total des wagons assignés mensuellement au transport de la houille; les 85 p. c. restants sont mis à la disposition des chemins de fer qui font usage de ce combustible. Les exigences des chemins ne doivent pas dépasser certaines limites déterminées par l'étendue du parcours. En outre, par suite des embarras particuliers qui se sont produits en 1888 dans le transport des houilles, le ministère des voies de communication a été autorisé à établir à Kharkov un comité spécial sous la présidence d'un représentant de ce ministère, de prolonger le délai fixé pour le retour des wagons remis à un expéditeur pour recevoir de la houille et d'établir une taxe progressive en cas de retard desdits wagons.

Quant au trafic de la houille sur les chemins de l'ancien royaume de Pologne, il semble que s'il n'a pas eu besoin de l'intervention particulière du gouvernement, c'est à cause tant des moyens de transport beaucoup plus considérables dont disposent ces lignes, que du rayon beaucoup plus restreint dans lequel s'effectue le transport de la houille.

Transport du pétrole et des autres produits du naphte, du naphte brut et des résidus de naphte. — Les règlements publiés par le gouvernement en 1891 sur le transport des huiles minérales, du naphte et des produits de sa distillation, contiennent différentes mesures de prudence. Pour ce motif, ces divers produits sont répartis en deux classes correspondant au degré de danger qu'ils présentent. Les substances qui s'enflamment à une température donnée font partie de la première catégorie; la deuxième catégorie comprend toutes les autres. Les produits inflammables du naphte ne sont admis au transport que dans des vases solides en métal ou en verre, ou bien dans des tonneaux de bois émaillés et munis de cercles en fer. Les règlements relatifs au transport des huiles minérales d'éclairage, du naphte et des produits de sa distillation, émanent du ministère des voies de communication, qui correspond à ce sujet avec les Administrations intéressées. Ces règlements déterminent le contrôle à exercer sur les essais des huiles minérales d'éclairage, ainsi que le mode de conservation et de vente des huiles minérales, du naphte et des produits de sa distillation. En 1891, le gouvernement a aussi publié un règlement relatif à la construction de locaux destinés à la conservation et à la vente de ces substances; en 1886, il en avait déjà publié un autre concernant le transport en réservoirs des produits du naphte et du naphte brut sur toutes les voies d'eau de l'intérieur. Tous ces règlements contiennent les mesures que doit prendre la police et que requiert la nature même du transport.

En outre, il existe sur quelques chemins de fer des règlements provisoires pour le transport en service direct des wagons-citernes appartenant soit aux chemins de fer, soit à des particuliers. Les points les plus essentiels de ces règlements sont les suivants : Les dessins des wagons spéciaux doivent être approuvés par les administrations des Compagnies. Le poids d'un wagon-citerne chargé ne doit pas excéder 750 pouds. Le chargement et le déchargement se font aux frais des propriétaires des marchandises. Deux

jours sont réservés au déchargement, un jour au parcours de 150 verstes, un jour à l'expédition et six heures à chaque transmission. Les mêmes délais sont accordés pour le retour des wagons-citernes vides. Les citernes ne sont pas comprises dans l'échange régulier. Les conducteurs, à raison de 1 par 5 citernes, sont admis à les accompagner gratuitement (le chemin Nicolas fait exception à cette règle). C'est au chemin de fer qui a inscrit le wagon-citerne dans son parc que revient le soin d'en déterminer la tare.

Pour régler les tours de circulation des wagons-citernes sur le chemin Transcaucasien, on dresse chaque mois un plan de transport répondant à la production des usines de Bakou. Ces règles ressemblent beaucoup à celles qui régissent le transport de la houille du Donetz, et que nous avons exposées ci-dessus.

Les propriétaires des marchandises doivent payer une taxe spéciale pour se servir des wagons-citernes appartenant aux chemins de fer.

Le transport des autres marchandises principales, celui des marchandises entassées, ou empilées en deux rangées ou plus, des marchandises légères, volumineuses, lourdes, des objets trouvés ou abandonnés ne présentant aucun intérêt particulier, nous ne nous y arrêterons point.

Services spéciaux. — L'article 10 du Statut général concède aux chemins de fer le droit de prolonger le service direct au delà de leurs stations. Dans ce but, ils peuvent passer des conventions avec les Compagnies de bateaux à vapeur et de transport par terre, ou créer à leur propre compte des bureaux de transport ou des stations de ville. Toutes ces conventions et les règlements qui s'y rapportent doivent être soumis à l'approbation du ministère des voies de communication.

Les chemins de fer russes ont fait plus d'une tentative dans ce sens, quelquefois même sur une large échelle, mais avec des succès divers. D'après les renseignements que nous possédons, il existe actuellement des bureaux de ville à Varsovie, à Moscou, à Kharkov, à Tiflis et à Odessa. Les difficultés que rencontre en Russie la réalisation de ces sortes d'entreprises proviennent de la faible densité de la population des villes, de la concurrence du camionnage dans les grandes villes et de la prédominance du transport en masses des matières premières et des produits à demi fabriqués.

5. — Service direct intérieur.

Considérations générales. — D'après l'article 7 du Statut général, il faut comprendre sous le nom de service direct le transport des voyageurs, des bagages et des marchandises entre des gares de différentes lignes au moyen de billets, de bulletins de bagages et de lettres de voiture délivrés pour tout le trajet par la station de départ. Conformément à l'article 8 du même Statut, le service direct est obligatoire pour toutes les lignes qui sont reliées entre elles :

1° Pour le service des voyageurs, entre les gares de différentes lignes qui auront été désignées par les chemins intéressés à la suite d'un accord approuvé par le Conseil supérieur des chemins de fer;

2° Pour le service des marchandises par grande et petite vitesse, entre toutes les stations, en général, ouvertes à la réception et à la livraison des marchandises.

On peut juger du vaste développement qu'a pris le service direct sur le réseau russe par le relevé des stations qui a été approuvé en 1886, et qui comprend 15,162 relations diverses pour les voyageurs et les bagages. Le service direct des marchandises, généralement obligatoire pour toutes les stations du réseau russe, comprend 1,972 $\times$ 1,971 = 3,886,812 relations.

Conformément à l'article 9 du Statut général, les chemins de fer qui sont en relations de service direct sont obligés : 1° de transporter les marchandises dans les wagons des autres lignes et dans ceux qui appartiennent aux expéditeurs; 2° après la construction d'une double voie, de laisser circuler les trains des autres chemins de fer avec ou sans locomotives; 3° de transmettre les bagages et les marchandises d'un chemin de fer à l'autre, sans que le propriétaire des marchandises soit obligé d'intervenir.

Les droits et devoirs mutuels des chemins de fer, relativement aux points stipulés dans les articles 9 et 11, sont réglés, en ce qui concerne le côté économique, par des conventions écrites approuvées par le gouvernement. Dans le cas où ces conventions entre les chemins feraient défaut, les mêmes droits et devoirs seraient déterminés par le Conseil supérieur des chemins de fer.

Les principaux points de toute convention entre les chemins, relative aux communications directes, sont : I, le transport des voyageurs et des bagages; II, le transport des marchandises par grande et petite vitesse; III, les règlements de comptes entre les chemins, et IV-VI, l'emploi en commun du télégraphe, l'expédition de la correspondance et le transport des employés.

Les lignes ou groupes de lignes qui entrent dans la convention générale peuvent, en outre, passer entre elles des conventions spéciales, à la condition, toutefois, qu'elles n'empêchent pas les lignes étrangères à ces conventions de remplir les conditions auxquelles les oblige la convention générale.

I. — Transport des voyageurs et des bagages. — Les chemins de fer doivent prendre pour guide le Statut général, augmenté des dispositions et des règlements émanant du ministère des voies de communication, ainsi que les conventions spéciales des chemins de fer autorisées par les articles 9 et 12 du Statut général.

Le ministère des voies de communication a confié à la prochaine conférence générale des représentants des chemins de fer le soin d'élaborer une convention commune à tous les chemins de fer russes pour le service direct des voyageurs, ainsi que des règlements pour l'établissement d'un bureau central chargé des comptes du transport des voyageurs et des bagages.

II. — Transport des marchandises par grande et petite vitesse. — Outre les documents imposés par le Statut général, tous les chemins admettent les documents suivants, de forme et de dénomination analogues : *a*) feuille de route, *b*) feuille de

chargement, *c*) feuille de remboursement. La forme des feuilles de transmission est arrêtée au gré de chaque ligne, à condition que toutes les indications des feuilles de route y soient portées.

Lettres de voiture. — Les chemins doivent exiger l'expédition des marchandises avec lettres de voiture spéciales pour chaque partie d'une expédition dépassant la capacité d'un wagon.

Feuilles de route. — La gare qui expédie dresse une feuille de route pour toutes les marchandises portées dans différentes lettres de voiture; cette feuille doit contenir toutes les indications des lettres de voiture et accompagner les marchandises jusqu'à destination.

Chargement. — Sauf quelques exceptions bien spécifiées, la charge de tout wagon normal doit approcher du chiffre extrême, qui est 600 pouds (9,744 kilogrammes), sans jamais excéder 610 pouds (7,906 kilogrammes) (1). Le transport des marchandises en service direct se fait de préférence dans des wagons fermés; il n'y a d'exceptions que celles admises par des règlements spéciaux, auxquels le Conseil supérieur des chemins de fer a donné son approbation. Les wagons destinés au service local prennent les chargements adressés aux stations intermédiaires et aux stations de transbordement des voies de bifurcation, situées dans la direction du train.

Plombs. — La station expéditrice met, de la manière prescrite, les plombs aux portes des wagons chargés. Ces plombs portent le nom de la gare et du chemin, l'année, le mois et la date de leur apposition, ainsi que le chiffre du contrôle. La même gare ne doit pas employer plus d'une fois ce dernier chiffre le même jour pour le même wagon. Quand on découvre un manquant dans les marchandises ou une irrégularité quelconque au wagon, procès-verbal est dressé avec plombs à l'appui.

Feuilles de chargement. — Chaque wagon chargé demande l'établissement d'une feuille de chargement qui renseigne son contenu et les marques des plombs, et qui accompagne les marchandises jusqu'à destination; il n'y a d'exception à cette dernière prescription que pour les feuilles de chargement des wagons du service de la route. La feuille de chargement porte tout ce qui concerne le chargement, le déchargement, le transbordement, les plombs, etc.

Contrôle personnel. — Tout chemin a le droit d'avoir dans les gares des autres lignes des agents chargés de surveiller l'expédition des marchandises qui lui sont destinées, ainsi que le transbordement et le déchargement de celles qui portent ses plombs; mais ces agents n'ont pas le droit de se mêler des dispositions prises par les stations.

Transmission des marchandises. — S'il n'existe pas de convention spéciale entre les chemins de fer pour la transmission des marchandises, les transports de petite vitesse en service direct n'exigeant pas de transbordement, sont transmis par la dernière gare d'une ligne à la première gare de la ligne suivante, après que celle-ci aura rempli les

(1) On a permis, en 1892, de dépasser ce chiffre pour les wagons ouverts.

formalités techniques de revision et de réception des wagons. Les règles suivantes déterminent l'ordre de transmission des marchandises d'une ligne à l'autre :

La remise des marchandises expédiées sans transbordement (visite commerciale) se fait à la station de transmission de la ligne cessionnaire.

Il est accordé un délai de trois heures au chemin cessionnaire pour visiter et recevoir les marchandises dans l'ordre indiqué ci-après et pour s'assurer que les plombs mis aux wagons fermés sont intacts et en ordre. Ce délai doit suffire pour tous les wagons, soit fermés, soit découverts, qui sont amenés à la fois à la station par le chemin cédant pour lui être remis en même temps. Ce délai commence à partir de l'arrivée des wagons chargés à la station cessionnaire.

A l'expiration du délai de trois heures, toutes les marchandises sont censées reçues, conformément aux indications contenues dans les documents, qu'il y ait eu revision ou non des marchandises et des plombs.

Les marchandises transmises en wagons fermés et sans transbordement, sont reçues sans vérification du nombre et du poids des colis; on se contente d'examiner les plombs mis aux wagons, c'est-à-dire que l'on s'assure que les wagons portent bien les plombs désignés dans les feuilles de chargement, avec toutes les marques de contrôle et autres exigées par la convention, et que les plombs sont bien aussi ceux indiqués dans la feuille de transmission.

Les marchandises contenues dans des wagons fermés sans plombs, ou avec des plombs de différentes lignes, ou avec des plombs détériorés, en désordre, ou même portant des marques indéchiffrables, ne sont reçues que dans le cas où le chemin cédant consent à mettre, au préalable, de nouveaux plombs.

Les marchandises amenées en wagons découverts sont acceptées après une vérification minutieuse du poids et du nombre des colis, et après un examen attentif de l'état de l'emballage des marchandises, ainsi que de celui des marchandises expédiées en vrac. La vérification et la réception des marchandises transportées en wagons découverts se font aux frais et par les soins du chemin concessionnaire.

Lors de la transmission, d'une ligne à l'autre, de marchandises en wagons découverts, on ne transmet ni les bâches — à moins qu'elles ne couvrent des transports qui n'ont pas été visités par la douane, — ni les cordes — à moins qu'elles n'appartiennent à l'expéditeur. Tout chemin qui reçoit des transports de ce genre les couvre avec ses propres bâches. Le chemin cédant retire ses bâches et ses cordes à la station du chemin cessionnaire.

La transmission des marchandises directes avec transbordement se fait à l'une des deux gares mitoyennes de passage, selon les conventions particulières des lignes.

Les marchandises acceptées avec transbordement doivent être scrupuleusement visitées et vérifiées d'après les documents qui les accompagnent et dans l'ordre indiqué ci-dessus.

Feuille de transmission. — La station de transmission du chemin rendant dresse un double de la feuille de transmission de toutes les marchandises contenues dans le groupe des wagons qu'il s'agit de transmettre au chemin voisin. Les transports à

grande vitesse sont transmis d'un chemin à l'autre avec des feuilles de transmission distinctes de celles des chargements à petite vitesse.

Chaque feuille doit porter son numéro d'ordre pour chaque direction, et doit être le même sur les deux exemplaires; elle doit contenir toutes les indications des feuilles de route et des lettres de voiture, en même temps que les renseignements sur les plombs.

Les feuilles de transmsision des marchandises transportées d'après des tarifs spéciaux sont dressées séparément; mais elles doivent porter un numéro d'ordre commun suivant les directions.

Le montant des frais de transport, calculés d'après un tarif spécial et pour le trajet parcouru entre la gare où commence et celle où cesse la validité de ce tarif, doit être porté dans la feuille de transmission par cette dernière gare. Toutes les autres gares de transmission ne portent. sur leurs feuilles de transmission, et dans des colonnes spéciales, que les frais dus aux chemins de fer parcourus, auxquels le tarif spécial ne s'applique pas; si le tarif est adopté sur tout le parcours, on ne fait mention dans la feuille de transmission que des frais supplémentaires dus au chemin expéditeur et portés dans la feuille de route.

La gare de transmission du chemin cédant porte sur la feuille de transmission des marchandises transportées d'après des tarifs locaux, tant la part des frais qui lui incombent, que celle des chemins précédents.

En outre, quels que soient les cas, les stations de bifurcation sont tenues de porter dans les feuilles de transmission le chiffre des remboursements et les sommes reçues lors de l'expédition.

A l'arrivée des marchandises à la gare cessionnaire, l'agent qui reçoit les marchandises collationne la feuille de transmission, qui lui est remise en double par l'agent qui les livre, avec les documents qui y sont joints; il vérifie ces derniers, tout en laissant à celui qui livre le droit de corriger dans la feuille de transmission les erreurs ou les fautes qu'ils y découvrent l'un et l'autre.

Après la réception des marchandises faite comme il vient d'être indiqué, et après avoir porté sur les deux exemplaires de la feuille de transmission les indications impliquées par ce qui est dit ci-dessus, les deux agents les signent; puis la station cédante et la station cessionnaire doivent y apposer chacune leurs timbres, ainsi que sur les feuilles de route, en indiquant le mois et le jour de la remise et de la réception des marchandises. Le chemin cédant garde un exemplaire de la feuille de transmission, tandis que l'autre est remis au chemin cessionnaire.

Si les feuilles de transmission revêtues des timbres et signatures exigés ci-dessus ne mentionnent aucune réserve sur le bon état des marchandises et de la tare, elles servent à prouver, en cas de différend entre les chemins de fer, que les plombs des wagons, la marchandise et la tare étaient en parfait état au moment de la réception.

Responsabilité. — La responsabilité du nombre des colis, du poids et du bon état des marchandises transportées dans des wagons fermés avec des plombs intacts, incombe au chemin de fer qui a mis les plombs. S'il y a absence de plomb, s'ils sont endommagés, s'ils portent d'autres marques que celles inscrites dans la feuille de

chargement, c'est, d'après les règlements relatifs aux plombs, le chemin sur lequel ces irrégularités seront remarquées, qui assume la responsabilité des marchandises.

Le chemin sur lequel on constate l'état défectueux des plombs, après réception d'un wagon, est responsable de la perte et de l'avarie des marchandises qu'il contient. C'est aussi au chemin cessionnaire que revient la responsabilité du nombre et du poids des colis déclarés dans la feuille de transmission et transportés dans des wagons découverts ou sur des plates-formes, si la feuille de transmission ne contient aucune réserve. Si les liquides expédiés en vrac dans des wagons-citernes viennent à couler par suite de la vétusté ou du mauvais état des pièces de ces wagons, c'est le chemin propriétaire des wagons-citernes ou celui qui les a inscrits dans son parc qui endosse la responsabilité. Dans les autres cas, les avaries de cette nature retombent sur le chemin où elles se sont produites.

Le chemin expéditeur peut accepter l'expédition en port dû des marchandises pour lesquelles l'article 67 du Statut général lui donne le droit de percevoir d'avance les frais de transport et les frais supplémentaires; mais si le destinataire n'accepte pas la marchandise ou que celle-ci périsse par suite d'avaries, le chemin expéditeur est responsable, vis-à-vis de tous les chemins qui ont participé au transport, de toutes les sommes qui leur sont dues.

Si la marchandise perd de sa valeur à la suite du transport dans un wagon malpropre ou sentant mauvais, la responsabilité en incombe au chemin qui a plombé le wagon, à moins qu'il ne soit prouvé que la faute en revient à un autre chemin de fer. Quant à l'avarie des marchandises provenant de leur contact dans le même wagon avec des articles mentionnés au § 17 de la convention, elle retombe sur le chemin qui a opéré le chargement. La responsabilité des avaries résultant du mouillage des marchandises à la suite de l'état défectueux du toit d'un wagon, de fentes dans les parois, ou de la mauvaise fermeture des portes et des vantaux, incombe au chemin de fer qui a chargé le wagon, à moins qu'il ne soit prouvé que le wagon a été endommagé sur une autre ligne. Si la marchandise a été mouillée ou gâtée dans un wagon dont le toit a été enlevé, c'est le chemin sur lequel le fait s'est produit qui en répond. Dans tous les autres cas de marchandises mouillées non mentionnés, c'est le chemin de fer qui a plombé le wagon qui est responsable. Dans le cas d'avarie de la marchandise à la suite de son transport dans un wagon endommagé, c'est le chemin sur lequel le wagon a souffert qui est responsable.

S'il arrive qu'une Administration n'ait pu recouvrer toutes les sommes qui reviennent aux autres chemins de fer qui ont concouru au transport d'une marchandise qui s'est gâtée naturellement, ceux-ci ne sont pas en droit d'exiger du chemin qui a réglé avec le propriétaire des marchandises, le remboursement des sommes qui leur reviennent, mais qui n'ont pas été versées. En cas de recouvrement d'une partie de ces sommes, on en fait la répartition proportionnellement à la quote-part de chacun des chemins qui ont réellement participé au transport. En cas de retard dans la livraison, chaque chemin de fer supporte une part de responsabilité proportionnelle aux retards que la marchandise a éprouvés sur sa ligne.

Pour sauvegarder les intérêts des chemins de fer devant les tribunaux, il a été établi comme règle que l'Administration contre laquelle il est porté plainte pour des questions concernant le service direct, est obligée de prier le tribunal de citer à sa barre, en qualité de tiers, les autres chemins qui ont participé au transport en question. Le chemin défendeur, après avoir adressé cette demande au tribunal, ou après avoir reçu du demandeur une demande à ce sujet, doit en aviser immédiatement tous les chemins de fer intéressés, en leur envoyant une copie de la requête et de tous les documents qui y sont joints; si les Administrations ou directions de ces chemins de fer n'ont pas leur siège dans la ville où se juge l'affaire, il doit les informer télégraphiquement de la date des débats, et les frais de dépêches télégraphiques incombent au chemin prévenu.

Tous les litiges et différends qui surgissent entre les chemins de fer peuvent être vidés par la Conférence générale (Obchtchiy Siézd) ou par les Conférences (Siézd) des groupes. La Conférence générale décide des litiges qui surviennent entre les chemins appartenant à différents groupes, ou entre les chemins formant groupes, ou entre les chemins n'appartenant à aucun groupe; les Conférences de groupes peuvent régler les différends entre les Administrations faisant partie du même groupe. La Conférence générale n'assume la décision de semblables questions — soit directement, soit au moyen d'une commission nommée à cet effet — que si les parties intéressées déclarent toutes d'avance se soumettre à sa décision.

Le chemin de fer convoqué en qualité de tiers, mais qui n'a pas répondu à l'invitation, est tenu de verser au chemin de fer en cause, dans le délai d'un mois à partir du moment où il a reçu avis, sa part de la somme fixée par le tribunal.

En terminant, il faut mentionner les conventions en vertu desquelles les avocats d'un chemin de fer défendent devant les tribunaux les plaintes portées contre d'autres chemins. Quant aux chemins de fer de l'État, ils ont décidé de ne porter leurs différends avec les chemins privés que devant la Conférence générale. Enfin, le ministère des voies de communication élabore un nouveau projet (abrégé) sur le règlement des litiges.

III. Règlement des comptes entre les chemins de fer. — Les frais pour transports effectués en service direct sont calculés soit d'après les tarifs locaux en vigueur sur les lignes parcourues, soit d'après des tarifs communs conclus conformément aux prescriptions existantes, publiés et communiqués aux différents chemins de fer.

Remarque. — Les frais supplémentaires sont calculés d'après un barème spécial; en outre :

a) Les frais de transmission sont partagés également entre le chemin cédant et le chemin cessionnaire;

b) Les frais de commission pour remboursements sont aussi également répartis entre le chemin expéditeur et le chemin destinataire; les frais de chargement et de déchargement sont calculés d'après les indications données dans le barème des frais supplémentaires.

Quand les chemins de fer appliquent des tarifs locaux ou en dehors des conventions, le chemin expéditeur doit porter sur la feuille de route le compte détaillé de toutes les

sommes qui lui reviennent et certifier son compte personnel par l'apposition d'un timbre destiné à cet usage; il doit aussi y porter le total des sommes perçues lors de l'expédition. Les chemins de transit portent sur la feuille de route les sommes qui leur reviennent, en confirmant l'exactitude du compte par l'apposition du timbre *ad hoc*, avec l'inscription en chiffres de leur quote-part (c'est-à-dire du total de toutes les sommes qu'ils ont à toucher pour un transport déterminé).

Si un tarif commun avec barème de comptes préparés d'avance entre en vigueur à partir de la gare expéditrice, celle-ci ne porte sur la feuille de route, sans apposition de timbre, que le total indiqué par le barème, tout en ayant soin d'indiquer le point initial et le point final du tarif commun, ainsi que les sommes et les frais supplémentaires qui ne sont pas compris dans le barème. Les chemins de transit ne portent pas alors leurs quotes-parts sur les feuilles de route; il n'y a que la ligne où le tarif commun cesse qui certifie, par l'apposition du timbre, l'exactitude des chiffres présentés par la gare expéditrice et qui les rectifie au besoin.

Si l'application du tarif commun commence, non sur la ligne expéditrice, mais sur l'une des lignes de transit, l'inscription du montant des frais calculé d'après le barème pour tout le parcours où il est en vigueur incombe à la ligne où commence l'application de ce tarif, et la vérification incombe à la ligne où ce tarif prend fin.

Quant aux chemins précédents qui possèdent des tarifs locaux ou particuliers, ils inscrivent leurs quotes-parts dans les feuilles de route, comme il est indiqué ci-dessus, en certifiant l'exactitude de leurs comptes par l'apposition d'un timbre.

Chaque chemin règle ses comptes avec le chemin voisin, en ajoutant au compte de ce dernier toutes les sommes dues aux chemins par où la marchandise a déjà passé. Si quelques chemins participant à un service direct se sont entendus pour confier à l'un d'eux le règlement de leurs comptes, toute la portion continue de ces chemins, fût-elle au commencement, au milieu ou à la fin de la route, est considérée comme ne formant qu'une seule ligne.

Les feuilles de transmission servent de base aux règlements de comptes.

Il existe deux sortes de comptes entre les chemins de fer : *a*) les comptes provisoires journaliers; *b*) les comptes définitifs ou mensuels.

Le délai de payement des comptes journaliers est réglé par une entente spéciale entre les chemins voisins.

A défaut de convention, le versement doit se faire quatorze jours après la remise des marchandises, ou sinon le chemin de fer en retard est condamné à payer $^1/_{30}$ p. c. par jour de la somme retenue.

Outre les comptes journaliers, il y a chaque mois entre les chemins de fer voisins le règlement de comptes définitif des feuilles de transmission vérifiées et collationnées; les chemins s'entendent entre eux pour en fixer le terme; le versement doit se faire quatorze jours après que les agents collationneurs ont arrêté et signé le compte. Si l'argent n'est pas envoyé au terme fixé, le chemin de fer en retard paye $^1/_{30}$ p. c. par jour.

En général, il n'est pas permis de retarder un versement sous prétexte qu'on n'a pas reçu l'argent d'un autre chemin de fer.

Les frais d'envoi sont à la charge du chemin de fer qui effectue le payement.

Les comptes qui concernent le mouvement des marchandises sont tenus séparément et ne doivent pas être confondus avec ceux qui n'ont avec eux aucun rapport, tels que les comptes de litiges, d'excédents, d'escompte, de parcours des wagons, de pièces de rechange, etc., non plus qu'avec les comptes spéciaux que l'on doit tenir à part, comme le prescrit formellement la Convention générale.

Il faut aussi tenir une comptabilité spéciale pour les transports d'approvisionnements militaires, ainsi que pour les envois pénitentiaires.

Les chemins de fer s'entendent entre eux pour déléguer des agents spéciaux, à qui l'on confie la mission de vérifier les comptes du service direct.

Quant aux transports qui ne concernent que les chemins de fer de l'État, les comptes vérifiés par le contrôle de l'un d'eux sont obligatoires pour les autres.

IV. Emploi réciproque du télégraphe. — Toutes les relations par voie télégraphique entre chemins de fer doivent avoir lieu sous forme de dépêches en langage ordinaire, car ce n'est qu'à cette condition qu'elles peuvent servir de pièces à l'appui en cas de différends.

Les télégrammes pour affaires concernant le service direct ne doivent être expédiés gratuitement que dans les cas suivants : *a*) Mouvement des trains; *b*) échange, emploi et réparation du matériel roulant; *c*) transport des voyageurs, des bagages et des marchandises; *d*) réclamations des propriétaires des marchandises; *e*) questions de tarifs; *f*) avances d'argent sur chargements de blé.

V. Correspondances. — Conformément à l'article 19 des règlements provisoires sur le transport de la poste par chemins de fer, toute la correspondance entre les Administrations et les directions des chemins de fer doit être transportée par la poste.

Les paquets de livres, de comptes rendus, de tarifs, de billets, etc., envoyés en service, sont expédiés gratuitement avec lettres de voiture de service par les trains de grande vitesse.

VI. Transport des employés. — Les règlements d'après lesquels des billets de libre parcours sont délivrés aux agents de chemins de fer, sont arrêtés d'un commun accord entre les groupes ou les différentes lignes, en attendant un règlement spécial sur ce point. Ce règlement, du reste, est déjà prêt et n'attend que l'approbation du gouvernement.

6. — Service direct avec l'étranger.

C'est des premières années après 1860 que date le commencement du service direct des chemins russes avec l'étranger (si toutefois on fait abstraction des relations bien antérieures du chemin de fer Varsovie-Vienne avec quelques lignes étrangères).

Après l'établissement, en 1861, d'une voie ferrée continue entre les chemins de fer

de Saint-Pétersbourg-Varsovie et de la Prusse orientale, on entra en pourparlers pour établir un service direct de voyageurs et de marchandises entre les principales stations de ces chemins. Ces pourparlers prirent fin en 1863, et, la même année, on inaugura le service direct entre les gares. L'année suivante, on passa une convention spéciale pour l'établissement d'un service direct avec Hambourg. A partir de cette époque, au fur et à mesure que le réseau des voies ferrées s'étendait en Russie et que se multipliaient les points de jonction avec le réseau ferré de la Prusse orientale et les autres chemins de fer prussiens, le service direct avec les chemins de fer étrangers prit un rapide développement. Celui-ci fut dû en partie à ce que d'autres chemins de fer vinrent adhérer aux services directs déjà établis, et en partie aussi à la création de nouveaux services tant par Verjbolovo (Wirballen) que par les stations frontières de Graïévo, Alexandrovo et Sosnovitzy.

En général, à la fin de 1874, les services directs suivants existaient entre les chemins de fer russes et allemands : 1° Est de l'Allemagne-Russie; 2° Est de la Silésie-Russie; 3° Est de l'Allemagne-Moscou; 4° Stettin-Silésie-Russie; 5° Hambourg-Russie; 6° Hambourg-Libau-Russie; 7° Brême et Hambourg-Russie par Iltzen-Stendal; 8° Hambourg-Moscou; 9° Brême et Hambourg-Moscou par Iltzen-Stendal; 10° Hambourg-Lubeck-Moscou; 11° Russie-Rhin; 12° Magdebourg-Russie; 13° Ouest de l'Allemagne-Russie; 14° Russie-Saxe; 15° Russie-Prusse; 16° Breslau-Moscou par Sosnovitzy; 17° Moscou-Kœnigsberg et quelques autres.

Les chemins de fer russes suivants entraient dans ces services directs : la Grande Société, Moscou-Brest, Varsovie-Térespol, Varsovie-Vienne-Bromberg, Griazi-Tsaritzine, Orel-Vitebsk, Dunabourg-Vitebsk, Riga-Dunabourg, Baltique, Koursk-Kharkov-Azov, Landvarovo-Romny, Brest-Graïévo et Kiev-Brest. Chacun de ces services avait des conditions spéciales de transport, sa classification et des tarifs exprimés en roubles jusqu'à la frontière et en thalers sur les chemins étrangers; en d'autres termes, chacune de ces communications avait une convention spéciale.

En présence de cette masse de conventions, de cette diversité de conditions et de tarifs, en présence aussi de l'absence de toute unité d'action tant de la part des chemins de fer russes que de ceux de l'Allemagne, il était impossible de voir prospérer le service direct international. D'abord le public se voyait dans l'impossibilité de prendre connaissance d'un si grand nombre de tarifs et de conventions, et puis les tarifs eux-mêmes étaient soumis à de continuels changements par suite des efforts faits par les lignes en concurrence pour accaparer les transports. Cet état de choses, si défavorable aux chemins de fer eux-mêmes, au commerce et à l'industrie, présentait en outre l'inconvénient d'entraver l'extension des relations directes avec l'étranger, parce que la difficulté de s'entendre à cet effet augmentait en proportion de l'éloignement des stations frontières.

C'est pour en finir avec cet état anormal qu'en novembre 1873 la Grande Société prit l'initiative de poursuivre à Berlin des négociations entre les chemins russes et les chemins allemands pour jeter les nouvelles bases du service direct russe-allemand. Cependant, avant de rien entreprendre avec les chemins étrangers, les représentants

des chemins russes furent invités par les délégués de la Grande Société à se réunir pour discuter, dans une séance spéciale, quels étaient les buts qu'il fallait chercher à atteindre à la conférence générale. Les principes arrêtés dans l'assemblée des chemins de fer russes, et approuvés ensuite par la conférence générale à Berlin pour servir de base aux futures conventions de service direct, tendaient : 1° à établir l'uniformité des conditions de transport, de nomenclature, de classification et des unités de tarif exprimées en valeurs allemandes; 2° à adopter les mêmes prix de transport entre les points extrêmes de toutes les lignes en concurrence, et 3° dans les cas où deux ou trois voies en concurrence aboutissent au même point, à diriger à tour de rôle, par chacune d'elles, les transports dont l'itinéraire n'a pas été prescrit par l'expéditeur. Les pourparlers sur le même sujet se sont poursuivis aux conférences : 1° de Saint-Pétersbourg en juin 1874 et de Hambourg en octobre de la même année entre les représentants des chemins russes et étrangers, et 2° de Saint-Pétersbourg en novembre 1874, entre les représentants des chemins de fer russes seuls.

Le résultat de ces conférences fut l'élaboration définitive, sur les principes admis par la conférence de Berlin pour le nouveau service direct, des conditions de transport, de la classification, du tableau des prix de transport et des quotes-parts. Il est bon de remarquer que, depuis 1880, les frais de transport pour chaque ligne étrangère ont été exprimés dans l'unité monétaire choisie par elle.

Afin d'éviter les retards dans les règlements de comptes entre les lignes et pour centraliser les affaires communes des services directs, on a choisi une des Administrations affiliées (à savoir l'Administration des chemins de la Prusse orientale), autant pour diriger, par l'intermédiaire d'un bureau spécial fondé aux frais de l'association (le bureau central des comptes), les affaires générales de l'association, que pour régler les comptes du service direct entre les lignes intéressées. Mais, d'autre part, l'expérience avait démontré précédemment le grand inconvénient des règlements de comptes réciproques faits à l'étranger par une caisse spéciale, et, d'autre part, ces règlements s'étaient singulièrement simplifiés par l'introduction d'une seule valeur monétaire dans le calcul des frais de transport; on a donc jugé convenable de charger la Grande Société des chemins de fer russes de recevoir ou de rembourser, par l'intermédiaire d'une maison de banque de Berlin, les différences entre les sommes que tous les chemins de fer russes affiliés doivent recevoir mensuellement des chemins étrangers et celles qu'ils doivent leur payer, à la condition, toutefois, que la Grande Société se mettrait aussi directement en rapport avec chacun des chemins russes pour régler son compte.

Pour toutes ces raisons et à cause aussi de la nécessité 1° de posséder un organe central pour la publication en langue russe de toutes les éditions allemandes ayant trait au service direct, et 2° d'avoir un intermédiaire entre les chemins allemands et les chemins russes, ceux-ci demandèrent à la Grande Société d'établir, en compte commun, un bureau spécial (bureau du service international) et de se charger de sa gestion.

La convention russe-allemande entra en vigueur le 1er avril 1875 avec la participation des chemins de fer russes suivants : Baltique, Varsovie-Vienne-Bromberg

(chemin de transit), Griazi-Tsaritzine, Dunabourg-Vitebsk, Kiev-Brest, Koursk-Kharkov-Azov, Landvarovo-Romny, Libau-Mitau, Moscou-Brest, Moscou-Koursk (ligne de transit), Moscou-Nijni-Novgorod, Nicolas, Orel-Vitebsk, Orel-Griazi, Riga-Dunabourg et Saint-Pétersbourg-Varsovie.

Indépendamment de la convention russe-allemande, plusieurs chemins russes adhérèrent en 1867 à la convention russe-allemande-belge, transformée plus tard (en 1883) en convention russe-allemande-belge-française; à partir de 1877, les chemins de fer russes participèrent aussi à la convention russe-hongroise-autrichienne. De leur côté, les chemins de fer du Sud-Ouest russe ont passé une convention spéciale avec les chemins allemands et autrichiens. Il existe en outre nombre de conventions pour le service direct d'outre-mer par les ports de la Baltique et de la mer Noire. Sans nous arrêter aux phases subséquentes du développement des relations internationales des chemins de fer russes, dont nous parlerons plus loin sous le n° 8, il faut cependant souligner un fait des plus importants dans l'histoire des communications : c'est l'adoption par la Russie, en 1891, de la convention pour le transport international des marchandises par chemin de fer.

7. — Transport en service. Transport gratuit et à prix réduits des voyageurs et des bagages.

Le transport en service s'étend aussi bien aux voyageurs qu'aux bagagès. Occupons-nous d'abord du transport des voyageurs et fixons l'attention sur les efforts réunis des chemins de fer et du gouvernement pour diminuer progressivement le nombre de ces transports gratuits, qui sont une particularité digne de remarque sur les chemins aboutissant aux capitales et aux principaux centres provinciaux, tels que les villes universitaires. La plupart des chemins de fer russes se conforment aujourd'hui aux règles suivantes pour délivrer des billets gratuits ou de faveur.

Billets gratuits. — 1° Les administrations, les directions, les chefs de service et les autres personnes munies des pleins pouvoirs des administrations peuvent permettre le transport gratuit; 2° A part quelques cas nettement indiqués, le transport n'est admis qu'avec des billets spéciaux; 3° Tout billet est nominal; tout billet sans nom doit être accompagné d'un certificat constatant la personnalité du porteur; 4° Jouissent des parcours gratuits : *a*) les employés des chemins de fer, *b*) les fonctionnaires du corps des gendarmes, de la douane, des postes et des télégraphes, et d'autres administrations en tant que le gouvernement l'exige, *c*) les domestiques des employés se déplaçant pour achats de provisions, *d*) les agents des autres chemins de fer, ainsi que leurs familles, par droit de réciprocité, *e*) les femmes des employés, ainsi que les membres de leur famille se trouvant à leur charge (et sur certains chemins, qui habitent le même logement et qui ne forment qu'une seule famille), *f*) les pensionnaires des chemins de fer, *g*) les personnes qui accompagnent les enfants en bas âge des employés; 5° Classe des billets : 1re classe aux employés avec appointements de 1,500 roubles par an et au-

dessus, 2e classe aux employés touchant de 360 à 1,500 roubles, 3e classe à tous les autres employés. Quelques employés, eu égard au poste qu'ils occupent, peuvent voyager dans une classe supérieure à celle que leur assigne le chiffre de leurs appointements; 6° Les détenteurs de billets non nominaux, les employés de chemins de fer, ainsi que leurs familles, doivent céder leurs places s'il vient à en manquer aux voyageurs; 7° Il n'est pas permis de passer d'une classe à une autre plus élevée même en payant la différence; 8° Les billets donnent droit au transport gratuit de 1 à 3 pouds de bagages (48.720 à 16.240 kilogrammes); 9° L'emploi illégal d'un billet gratuit entraîne pour le porteur une peine qui peut aller jusqu'à l'exclusion du service inclusivement; 10° Le parcours gratuit dans les trains express, de marchandises et de service, n'est pas admis sans une autorisation spéciale; 11° Le parcours sur la locomotive est interdit dans les mêmes conditions; 12° Les billets gratuits peuvent être permanents ou bien valables soit pour un seul voyage, soit pour aller aux provisions; 13° Les billets permanents peuvent être délivrés pour une année, pour un temps déterminé ou pour une saison. Il existe, en outre, des jetons donnant un droit permanent de circulation.

Sur certaines lignes, les billets de service donnent, par eux-mêmes, le droit au parcours; sur d'autres, ils n'ont d'autre valeur que de donner le droit de recevoir au guichet un billet de voyageur ordinaire. Comme les chemins de fer doivent maintenant porter sur leurs comptes rendus annuels le nombre et le parcours des voyageurs avec billets gratuits, ce dernier mode, rendant le décompte plus facile, prévaut de plus en plus sur les chemins russes.

Les billets de faveur sont délivrés aux parents des employés qui n'ont pas droit aux billets gratuits, aux familles des employés du contrôle de l'État, aux élèves des établissements d'instruction et à d'autres personnes avec une réduction de prix qui va quelquefois jusqu'à 75 p. c. du tarif normal.

Les objets *transportés en service* peuvent appartenir aux employés aussi bien qu'au chemin de fer lui-même; ils sont presque toujours soumis aux mêmes conditions que les transports ordinaires pour le commerce, afin, surtout, de ne pas compliquer les règlements de comptes. Ils sont expédiés avec les trains ordinaires de petite vitesse, ainsi qu'avec les trains de régie et de service, tandis qu'ils ne sont admis dans les trains de grande vitesse qu'exceptionnellement et en quantités restreintes.

Vu les distances énormes qui séparent les centres de production des centres de consommation en Russie, l'importance des transports en régie et en service y est facile à comprendre. Beaucoup de ces transports traversent même les lignes de plusieurs chemins de fer reliant deux points de consommation aux grands marchés; mais, comme les autres chemins traitent ces transports sur le même pied que ceux du commerce ordinaire et qu'ils leurs appliquent même le plus souvent les tarifs généraux, nous pouvons nous borner ici à ceux que chaque ligne fait sur son propre réseau et pour ses propres besoins.

Sur les chemins de fer de l'État, il est de règle de n'appliquer les tarifs de service qu'aux expéditions faites à l'intérieur des limites d'une même ligne; les frais de transports en service faits sur les autres lignes de l'État sont calculés d'après les tarifs appliqués au commerce.

Jusqu'à ces derniers temps, les transports en service étaient loin d'être taxés sur tous les chemins de fer, bien que la statistique ouvrît des rubriques spéciales au nombre et au parcours de ces transports. Ce n'est qu'à partir des récents règlements que le gouvernement a mis en vigueur, en 1888, pour les comptes des recettes et des dépenses et les comptes rendus, que l'obligation de taxer les transports en service a été imposée aux chemins de fer russes. De plus, les tarifs sont établis d'après les dépenses spéciales de chaque ligne, et les recettes elles-mêmes doivent servir de base au compte des recettes et des dépenses, ainsi qu'aux comptes rendus. Comme le revenu net de la plupart des chemins de fer privés est garanti par l'État, et que toute espèce de transport gratuit ou à prix réduit se rattache à la question des tarifs, dont la surveillance est du ressort du gouvernement, on se propose de donner à ces règlements un caractère uniforme et obligatoire pour les chemins de fer russes, afin de réduire autant que possible les transports gratuits et principalement ceux des voyageurs. Bien que les aspirations du gouvernement, sous ce rapport, soient complètement les mêmes que celles des Compagnies de chemins de fer, il faut reconnaître que le nombre considérable des transports gratuits effectués sur le réseau russe tient avant tout aux conditions géographiques et économiques de ces chemins de fer.

8. — Tarifs.

La Commission constituée sous la présidence du comte E.-T. Baranov, pour étudier l'industrie des chemins de fer en Russie, fit une enquête approfondie sur les tarifs des chemins de fer russes de cette époque, et reconnut qu'ils étaient loin de répondre aux véritables besoins. Cependant, elle se montra généralement très réservée sur les questions de principe en cette matière, laissant au Conseil supérieur qu'elle se proposait de créer, le soin d'accomplir cette partie de sa tâche. Ce qui attira, entre autres, l'attention de la Commission, ce fut la question des surtaxes qui existaient alors sur une grande échelle. De l'avis de la Commission, il fallait en rechercher les principales causes 1° dans l'absence de système régulier et dans l'extrême variété des tarifs et des classifications des marchandises, et 2° dans l'imperfection et la variété des procédés en usage pour régler les comptes réciproques des chemins de fer, ces comptes s'établissant sur des principes de comptabilité et de contrôle plus appropriés peut-être au service intérieur seul. Cependant, la tendance du gouvernement de soumettre les tarifs à son contrôle perce déjà dans les statuts des Compagnies de chemins de fer, à propos des maximums, en fait de tarifs et de quelques conditions relatives à leur application [1].

La concurrence qui s'accentua avec le temps sur le réseau russe, tant entre les différentes lignes qu'avec les autres voies de communication, amena une diminution considérable dans les tarifs des principaux articles de transport. En 1889, la moyenne du

[1] Les vieux tarifs du Varsovie-Vienne (1845), du Dunabourg-Vitebsk (1861) et de la Grande Société (1857) laissent apercevoir une ressemblance des deux premiers avec le système allemand et du dernier avec le système français. Ce sont les tarifs de la Grande Société qui ont servi de prototype aux tarifs subséquents des chemins de fer russes.

prix de transport pour toutes les marchandises était tombée à 0.0236 copeck par poud-verste. Comme la plupart des chemins de fer privés sont garantis par l'État et que leur politique, en matière de tarifs, a de l'influence sur celle des lignes de l'État qui font partie du réseau général, on a senti la nécessité de prendre des mesures législatives et administratives spéciales pour maintenir les revenus des chemins de fer à un niveau voulu. Dans ce but, le conseil des ministres a pris, le 9 octobre 1881, un arrêté enjoignant aux chemins de fer de soumettre en temps utile aux ministères des voies de communication et des finances, ainsi qu'au contrôle général, les tarifs, les classifications de marchandises et les conditions de transport. Les statuts des Compagnies d'Ivangorod-Dombrova, de Vladicaucase et du Transcaucase, publiés après cette époque (1881), réservaient au ministre des voies et communication le droit de fixer non seulement les tarifs maximums, mais aussi les tarifs minimums, en même temps que celui d'approuver tout changement apporté à ces tarifs. Ensuite, le 9 mars 1883, la conférence générale (Obchtchiy Siézd) des chemins de fer russes vit approuver la nomenclature uniforme des marchandises élaborée par elle. La défense d'accorder des réductions de tarifs par traités particuliers fut aussi confirmée à cette époque. Dans le cours de la même année 1883, il fut établi une commission, sous la présidence du secrétaire d'État M. A. de Hubbenet, afin d'élaborer les principes généraux des tarifs des chemins russes et pour faire la revision de ceux du chemin de fer Nicolas. Quand cette commission eut fini ses travaux, en 1885, le conseil des ministres publia, le 3 août de la même année, un arrêté revêtu de la sanction impériale, en vertu duquel il était enjoint de présenter préalablement à l'approbation du gouvernement les tarifs pour le service direct avec l'étranger. Ce n'est qu'en 1887 que la question des tarifs entra dans une nouvelle phase, à la suite de la sanction impériale (le 15 juin) accordée à l'avis du Conseil d'État, qui décidait de subordonner au contrôle de l'État les Compagnies de chemins de fer, dans les questions de tarifs pour le transport des voyageurs et des marchandises, et de réserver aux ministres des voies de communication et des finances, ainsi qu'au contrôleur général, le droit de présenter, jusqu'au 1er octobre de la même année, leurs propositions relatives à la manière d'organiser la surveillance et la direction revenant de droit à l'État. Ainsi se termina la controverse sur la compétence de l'État en matière de tarifs; et, depuis lors, le gouvernement fit usage des droits qu'il s'était réservés.

A la suite de la concurrence dans le transport des céréales que se firent quelques lignes pendant l'automne de 1887, le ministre des voies de communication suggéra aux chemins de fer de solliciter la permission de modifier les tarifs de quelques marchandises en destination des ports et de la frontière.

Ensuite, après qu'une commission spéciale du gouvernement eut arrêté quelques règles fondamentales concernant le transport des céréales, on convoqua à Moscou, pendant l'été de 1888, la première conférence de tarifs des chemins de fer russes. Les projets de tarifs proposés par elle pour le transport des céréales furent, après l'approbation du gouvernement et l'acceptation des chemins de fer étrangers, mis en vigueur pour un an le 1er novembre 1888.

Le 8 mars 1889, « le règlement provisoire concernant les tarifs et les institutions y relatives » fut revêtu de la sanction impériale; en vertu de ce règlement, le contrôle des tarifs passait du ministère des voies de communication au ministère des finances (1).

Le gouvernement publia ensuite quelques dispositions générales sur la manière d'organiser le service des tarifs, savoir : 1° Règles relatives à l'établissement, à la publication, à la mise en vigueur et à la suppression des tarifs des chemins de fer en exploitation, avec indication des délais à observer (le 20 octobre 1889); 2° règles sur la répartition entre les chemins de fer des taxes pour les transports en service direct (le 8 novembre 1891), et 3° règles à suivre pour éviter la concurrence entre les chemins de fer en ce qui concerne le transport des marchandises. En outre, il fut publié un règlement sur la manière d'établir, de publier et de présenter la statistique des tarifs des voyageurs et des marchandises, et il fut institué un bureau de statistique spécial pour tous les chemins de fer russes.

Le 6 mai 1890, le ministre des finances autorisa la conférence générale des chemins de fer russes à publier le *Recueil des tarifs des chemins de fer russes*. Les tarifs sont, en outre, publiés dans les feuilles locales et autres d'après les indications du ministre des finances.

La loi fixe l'attention sur les principaux moyens suivants pour éviter la concurrence entre les chemins des fer : *a*) Appliquer pour les différentes directions concurrencées des tarifs égaux ou proportionnels à la distance; *b*) répartir convenablement les marchandises entre les différentes directions, et *c*) répartir convenablement entre les lignes en concurrence les recettes provenant du transport des marchandises par différents itinéraires.

La répartition des sommes perçues pour les transports en service direct doit se faire entre les chemins qui y ont pris part proportionnellement aux distances prévues par les tarifs pour les lignes d'expédition, de transit et de destination, en ayant soin d'augmenter, en outre, le parcours des lignes de départ et de quelques lignes de faible étendue, afin de leur accorder une certaine prime.

TARIFS POUR LE TRANSPORT DES CÉRÉALES. — L'un des premiers soucis des nouvelles institutions de tarifs créées par le ministère des finances, fut de faire une revision générale des tarifs des céréales. Les prix de transport des blés établis en 1888 provoquaient, en effet, un grand nombre de plaintes à cause de leur élévation et de leur inégale répartition. Cette revision avait été précédée d'un immense travail préparatoire, entrepris par le département des chemins de fer pour étudier les diverses questions relatives à la situation et aux besoins de l'agriculture dans les différentes régions de la Russie, aux conditions du commerce des céréales, à la quantité, à la direction et aux prix du transport des blés par les différentes voies de communication, etc. On jeta ensuite les bases d'une régularisation des tarifs des blés dans une conférence spéciale, à laquelle furent convoqués les membres du comité des tarifs, des propriétaires fonciers, des représentants

(1) On trouvera des détails à ce sujet dans la IVe partie de l' « Aperçu ».

des intérêts des chemins de fer et quelques autres personnes bien au courant du commerce des céréales et de la situation de la mouture. Les principes émis dans cette conférence furent proposés comme guide à la conférence générale des représentants des chemins de fer pour la question des tarifs, afin de s'en servir dans leurs projets de tarifs sur les blés. Les principaux points de ces derniers projets furent minutieusement vérifiés par les institutions établies à cet effet près du ministère des finances (au département des chemins de fer et au comité des tarifs, qui consacra 59 séances aux céréales). Après examen et vérification, les tarifs sur le transport des blés furent mis en vigueur, ceux d'exportation (jusqu'aux ports et aux gares frontières de l'ouest), à partir du 15 septembre 1889; les tarifs locaux à l'intérieur, à partir du 1er novembre, et ceux pour le service direct intérieur, à partir du 15 novembre, et cela pour un terme de trois ans, c'est-à-dire jusqu'à l'automne de 1892. Cependant, en automne 1891, par suite de la disette qui atteignit un grand nombre de localités de l'empire et qui mit le commerce de nos blés dans des conditions exceptionnelles, on ne jugea pas opportun de soumettre ces tarifs à un nouvel examen. On décida donc de les maintenir en vigueur encore pendant un an, c'est-à-dire jusqu'à l'automne de 1893.

Voici en quoi consistent les bases générales adoptées pour régulariser les tarifs du transport des blés :

1° Ces tarifs sont établis avant tout pour les parcours minimum par chemin de fer, avec application de la taxe du transport calculée d'après les bases suivantes [1] :

De 1 à 200	verstes	: $^1/_{24}$ copeck par poud-verste, avec rabais de 1 p. c., soit 6.449 centimes par tonne-kilomètre.
De 201 à 360	id.	: $^1/_{24}$ id. id. id. id.
De 361 à 1,600	id.	: à la taxe pour 360 verstes, on ajoute $^1/_{80}$ copeck par poud-verste, soit 1.935 centime par tonne-kilomètre.
De 1,601 à 3,000	id.	: à la taxe pour 1,600 verstes, on ajoute $^1/_{200}$ copeck par poud-verste, soit 0.774 centime par tonne-kilomètre.

2° Les tarifs jusqu'aux ports et aux gares frontières doivent être réglés de telle sorte que chaque point de départ ait la possibilité d'exporter les céréales par le plus grand nombre de ports et de gares frontières possible, avec cette restriction, toutefois q,ue la taxe pour le transport n'aille pas au-dessous de $^1/_{95}$ copeck par poud-verste.

3° Les tarifs, depuis un point de départ donné jusqu'aux différents ports et gares frontières, doivent être régularisés d'après le total des dépenses de facture de chaque port, des primes d'assurance maritime et du fret depuis ce port jusqu'aux principaux marchés de l'étranger.

Pour le transport de la farine à l'étranger, on autorise un rabais de 10 p. c. de la

[1] Pour transformer des copecks par poud-verstes en centimes par tonne-kilomètres, il faut multiplier les tarifs en copecks par le facteur $\frac{61.05 \text{ poud}}{1.05 \text{ kil.}} \times 2.7$ centimes $= 154.77$. Ainsi $\frac{1}{24}$ copeck par poud-verstes $= \frac{154.77}{24} = 6.449$ centimes par tonne-kilomètre.

taxe imposée au transport du blé jusqu'au même point d'exportation. En outre, des règlements spéciaux stipulent que le blé en cours de destination soit intérieure, soit étrangère, peut être arrêté en route pour être gardé dans des élévateurs ou des entrepôts (pas plus de six mois), sans que la taxe du transport cesse d'être calculée d'après le tarif direct depuis la première gare expéditrice jusqu'au point d'arrivée du transport.

Tarifs d'importation. — Aussitôt après l'établissement des nouveaux tarifs pour le transport des blés, les institutions de tarifs procédèrent à la régularisation de tous les tarifs pour l'importation des produits étrangers par les ports et les gares frontières. Mais, comme le plus court chemin pour arriver au principal marché d'écoulement et de production russe, Moscou, est de passer par Pétersbourg (625 verstes du port jusqu'à Moscou), on adopta comme base des tarifs d'importation, le tarif du chemin de fer Nicolas, qui va de Saint-Pétersbourg à Moscou.

Le tarif du susdit chemin a été élaboré par une commission spéciale composée de membres du comité des tarifs, de représentants des chemins de fer, des comités de la bourse et des diverses branches de l'industrie et du commerce.

Le tarif des marchandises à petite vitesse du chemin Nicolas comprend 129 groupes avec 1,100 dénominations. Suivant la valeur des marchandises, ces groupes sont divisés en huit classes.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
$^1/_{10}$	$^1/_{12}$	$^1/_{15}$	$^1/_{18}$	$^1/_{24}$	$^1/_{30}$	$^1/_{36}$	$^1/_{4}$	de copeck par poud-verste,
15.477	12.9	10.318	8.6	6.449	5.159	4.3	3.869	centimes par tonne-kilomètre,

avec un rabais de 10 p. c. pour des distances supérieures à 200 verstes et de 15 p. c. pour des distances supérieures à 500 verstes, mais à condition que la somme totale ne soit pas inférieure aux frais de transport pour 200 ou 300 verstes en y ajoutant les frais de transport d'après le tarif réduit pour le parcours en plus. Les Ie, IIe et IIIe classes comprennent plus des deux tiers de toute la nomenclature, tandis que les VIIe et VIIIe classes comprennent 47 catégories de marchandises de plus bas prix.

Pour les tarifs d'importation, on a donc adopté comme base des frais de transport, la distance de 625 verstes qui existe entre Moscou et le port de Saint-Pétersbourg, avec application du tarif par classes du chemin de fer Nicolas. Pour les grands parcours, le tarif a été réduit comme suit : *a*) pour des distances jusqu'à 1,000 verstes, de $^1/_{80}$ copeck par poud-verste pour les marchandises de Ire classe, $^1/_{100}$ pour celles des classes II à V et $^1/_{125}$ pour celles des classes VI à VIII; *b*) pour des distances supérieures à 1,000 verstes, de $^1/_{100}$, $^1/_{125}$ et $^1/_{150}$ copeck par poud-verste pour chacune des trois catégories ci-dessus. Mais le montant total des frais de transport ne doit pas être inférieur à la somme qui serait perçue pour la distance de 625 à 1,000 verstes, augmentée du prix pour l'excédent du parcours. Sauf quelques exceptions clairement indiquées, le transport doit se faire par la voie la plus courte.

Ce sont les bases des tarifs d'importation ci-dessus qui ont servi de base à la régularisation des tarifs du service avec l'étranger, à savoir avec les Unions russe-alle-

mande, russe-allemande-française-belge et russe-autrichienne-hongroise, ainsi que la régularisation des tarifs du service d'outre-mer par les ports de la Baltique et de la mer Noire. Le travail de régularisation définitive fut accompli par des conférences internationales entre les représentants des Compagnies de chemins de fer et de bateaux à vapeur.

Tarifs pour les autres marchandises importantes. — Outre le travail de régularisation des tarifs d'importation et des céréales, on en a également achevé un autre relatif à quelques articles, dont le transport a une grande importance, aussi bien pour les chemins de fer que pour l'industrie et le commerce en Russie. Voici en quelques traits rapides les bases de ces tarifs :

Les articles de transport qui sont du domaine de la métallurgie sont rangés en cinq catégories relativement aux taxes, qui reposent presque sur les mêmes bases pour toutes les catégories, si l'on en excepte la différence qui existe dans la somme absolue des frais à payer. Ces frais sont :

	FER-BLANC	FER	FONTE	RAILS NEUFS	MINERAIS
Pour les distances :	par pouds.			par wagons.	
De 1 à 300 verstes (1)	$1/18$	$1/24$	$1/36$	$1/40$	$1/65$
De 300 à 625 id. (2)	$1/16$	$1/30$	$1/36$	$1/40$	$1/65$
De 626 à 1,000 id. avec supplément de payement pour 625 verstes.	$1/100$	$1/125$	$1/125$	$1/125$	$1/125$
Au-dessus de 1,000 verstes, avec supplément de payement pour 1,000 verstes	$1/125$	$1/150$ (3)	$1/150$	$1/150$	$1/150$

Il est bon de faire remarquer que ces tarifs s'appliquent à beaucoup d'autres marchandises en dehors de celles indiquées ci-dessus. Ainsi, les tarifs pour le transport du fer sert aussi non seulement pour celui du fer et de l'acier non travaillés, mais encore pour celui de certains articles en fer grossièrement ouvragés, tels que traverses, colonnes, essieux bruts, bandages, tuyaux, changements de voie, etc.; le tarif indiqué pour la fonte est aussi en vigueur pour le vieux fer et la vieille fonte, ainsi que pour le fer non entièrement corroyé. De plus, entre les usines qui produisent la fonte et celles qui la retravaillent, il existe des tarifs qui, au lieu de prendre pour base $1/36$ copeck (tarif de la fonte), prennent $1/40$ copeck par poud-verste.

Houille. — Eu égard aux conditions spéciales où se trouve l'emploi de ce combustible dans les différentes parties de l'Empire, on n'a pas établi de tarif général pour tout le réseau. Actuellement, il existe une taxe de 12 copecks par poud depuis toutes les stations

(1) Pour des distances supérieures à 200 verstes, on fait un rabais de 10 p. c. de la taxe générale.
(2) Id. 500 id. 15 p. c. id.
(3) Pas moins de $1/65$ copeck par poud et par verste.

du bassin du Donetz jusqu'à celles qui se trouvent au delà de Moscou pour tout le rayon industriel de cette capitale, et une taxe uniforme qui n'excède pas 14 copecks par poud depuis les mêmes points de départ pour la houille expédiée vers le nord-ouest et les provinces baltiques. Dans les autres régions où le transport de la houille du Donetz a de l'importance, c'est-à-dire au sud et au sud-ouest de la Russie, on a généralement adopté les bases suivantes : pour 450 verstes, $^1/_{60}$ copeck par poud-verste; de 450 à 750, on ajoute $^1/_{100}$ copeck à la taxe perçue pour 450 verstes, et au delà de 750 verstes, on ajoute $^1/_{200}$ copeck par poud-verste à la taxe perçue pour 750 verstes. Cette même base est aussi appliquée, avec quelques modifications pour certaines stations, au transport de la houille des provinces de la Vistule vers les régions du Sud-Ouest. On a aussi élaboré et établi, pour les houilles des bassins de Moscou et de l'Oural, des tarifs réduits conformément aux exigences locales des régions où elles se consomment.

Sel. — Pour le transport du sel, on a adopté la base générale suivante : jusqu'à 405 verstes, $^1/_{45}$ copeck; de 405 à 1,600 verstes, on ajoute $^1/_{65}$ copeck par poud-verste à la taxe de 405 verstes; au delà de 1,600 verstes, on ajoute $^1/_{150}$ copeck par poud-verste à la taxe de 1,600 verstes. En même temps, eu égard aux grandes réductions accordées dans des buts de concurrence par les chemins de fer aux sels des diverses provenances, et afin d'éviter des changements trop brusques dans les relations commerciales établies, on décida d'appliquer cette base avec quelques restrictions (la hausse des taxes en vigueur ne doit pas dépasser les bases établies). On se propose d'appliquer à partir du 1er octobre les tarifs établis sur ces principes.

Soude. — On a établi deux espèces de tarifs pour le transport de la soude, l'une pour la soude caustique et l'autre pour la soude cristallisée. La base adoptée pour la soude cristallisée est la même que celle pour le fer, et celle de la soude caustique n'en diffère que pour les distances jusqu'à 625 verstes, pour lesquelles on perçoit $^1/_{18}$ copeck par poud-verste; l'augmentation pour des parcours plus grands est la même que pour le fer-blanc.

Pétrole. — Lors de la régularisation des tarifs pour le transport du pétrole de Bakou, tarifs fortement réduits par suite de la concurrence du Volga et de la mer Noire, on établit en principe que, dans les principales directions, le prix de transport serait le même pour tous les points également distants de Bakou. On adopta pour ces principales directions la base suivante, à condition de ne pas élever les tarifs existants à plus de 10 copecks par poud :

De 1 à 29 verstes	50 copecks par wagon-verste.		
De 30 à 65	id.	30	id.	id.
De 66 à 450	id.	25	id.	id.
De 451 à 685	id.	20	id.	id.
De 686 à 900	id.	18 $^1/_2$	id.	id.
De 901 à 1,110	id.	18	id.	id.

De 1,111 à 1,301 verstes.	16	copecks par wagon-verstes.		
De 1,302 à 1,550 id.	14.8	id.	id.	
De 1,551 à 1,700 id.	14.3	id.	id.	
De 1,701 verstes et au-dessus	13.15	id.	id.	

à condition que la taxe perçue pour un plus grand parcours ne soit pas inférieure à celle perçue pour une distance moindre [1].

GROS BÉTAIL. — Le transport du gros bétail par wagons est soumis au tarif de 1 $^1/_4$ copeck par tête-verste, soit pour la charge normale d'un wagon de type ordinaire 10 copecks par wagon-verste; pour un supplément de chargement de deux têtes et plus, on compte 1 copeck par tête-verste.

CHEVAUX. — On a établi trois espèces de tarifs pour le transport des chevaux, suivant leurs diverses catégories. La première catégorie comprend les chevaux expédiés avec des certificats des haras de l'État aux expositions, aux courses, etc. Pour se conformer au but du transport de ces chevaux, on ne leur applique que les tarifs des transports par grande vitesse. La deuxième catégorie comprend les chevaux expédiés par les haras, auxquels on applique le tarif réduit de la petite vitesse. La troisième catégorie comprend tous les autres chevaux, dont le transport s'effectue aussi d'après le tarif réduit de la petite vitesse. Les prix de transport sont les suivants :

PREMIÈRE CATÉGORIE (GRANDE VITESSE, EXCEPTÉ LES EXPRESS ET LES TRAINS-POSTE).

Par wagon, avec chargement ne dépassant pas 4 chevaux.

Pour des parcours :

De 1 à 500	verstes :	16 copecks par wagon-verste.						
De 501 à 1,000	id. :	à la taxe pour	500	verstes, ajouter	12	copecks	par wagon-verste.
De 1,001 à 1,500	id. :	id.	1,000	id.	10	id.	id.
Au delà de 1,500	id. :	id.	1,500	id.	8	id.	id.

DEUXIÈME CATÉGORIE (PETITE VITESSE).

Par wagon, avec chargement ne dépassant pas 4 chevaux.

Pour des parcours :

De 1 à 100	verstes :	12 copecks par wagon-verste.					
De 101 à 500	id. :	à la taxe pour	100	verstes, ajouter	10.75	copecks	par wagon-verste.
De 501 à 1,000	id. :	id.	500	id.	9	id.	id.
De 1,001 à 1,500	id. :	id.	1,000	id.	8	id.	id.
De 1,501 à 2,000	id. :	id.	1,500	id.	7	id.	id.
Au delà de 2,000	id. :	id.	2,000	id.	6	id.	id.

(1) Pour les stations des chemins de fer de la Vistule, on a autorisé une base inférieure à cause de la forte concurrence du roulage.

TROISIÈME CATÉGORIE (PETITE VITESSE).

Par wagon, avec chargement ne dépassant pas 4 chevaux.

Pour des parcours :

De 1 à 100	verstes. . . .	...	roubles	18	copecks par wagon-verste.	
De 101 à 106	id. . . .	18	id.	...	id.	pour toute la distance.
De 107 à 266	id. . . .	...	id.	$16\,^7/_8$	id.	verste.
De 267 à 285	id. . . .	44	id.	89	id.	pour tout le parcours.
De 286 à 433	id. . . .	...	id.	$15\,^3/_4$	id.	verste.
De 434 à 466	id. . . .	68	id.	30	id.	pour tout le parcours.
De 467 à 600	id. . . .	...	id.	$14\,^5/_8$	id.	verste.
De 601 à 650	id. . . .	87	id.	75	id.	pour tout le parcours.
De 651 à 780	id. . . .	...	id.	$13\,^1/_2$	id.	verste.
De 781 à 850	id. . . .	105	id.	20	id.	pour tout le parcours.
De 851 à 960	id. . . .	...	id.	$12\,^3/_8$	id.	verste.
De 961 à 1,056	id. . . .	118	id.	80	id.	pour tout le parcours.
De 1,057 à 1,200	id. . . .	...	id.	$11\,^1/_4$	id.	verste.
De 1,201 à 1,500	id. . . .	135	id.	...	id.	pour tout le parcours.
Au delà de 1,500	id. . . .	...	id.	9	id.	verste.

On a mis comme condition aux tarifs de la troisième catégorie, que la taxe pour un parcours déterminé ne doit pas être inférieure à celle qui est prélevée pour un parcours moindre.

A l'heure qu'il est, les institutions des tarifs étudient les questions relatives à la régularisation générale des tarifs pour le transport sur toutes les lignes du lin, du chanvre, du sucre et de la cassonade. Ces tarifs entreront probablement en vigueur dans le courant de cette année; de plus, on se propose de rédiger des tarifs de service direct pour le transport du lin à l'étranger, dès qu'on aura approuvé ceux du service intérieur.

Avant de régulariser les tarifs de transport des principaux articles de l'économie nationale, il faut recueillir et coordonner les données qui se rapportent à chaque branche correspondante de l'industrie. Ces données fournissent de riches matériaux de statistique relatifs à la production, au commerce, au mouvement des transports, etc. Jusqu'à présent, on a publié trois fascicules sous le titre général : « Matériaux pour l'élaboration des tarifs des chemins de fer russes », savoir : 1° tarifs des céréales ; 2° du lin, du chanvre et du sucre, et 3° de l'alcool.

Outre l'établissement des tarifs généraux pour le transport sur toutes les lignes russes des marchandises les plus importantes, les institutions des tarifs ont confié, à la Conférence générale des représentants des chemins de fer, le soin d'élaborer un projet de tarif normal et uniforme pour le transport de toutes les marchandises en service direct entre tous les chemins de fer russes. Ce tarif est actuellement étudié par une commission spéciale nommée par la conférence générale.

Indépendamment de ce qui précède, comme l'élaboration du tarif général projeté exigera un temps considérable, l'Administration provisoire des chemins de fer de l'État,

ainsi que les chemins du Sud et du Sud-Ouest (troisième groupe), ont élaboré des projets de tarifs généraux, la première pour le réseau des chemins de l'État, les seconds pour le service direct entre eux. On a fondé tous ces projets, entre autres sur ce principe que toutes les bases des tarifs de transport, celles des tarifs généraux ou par classes, aussi bien que celles des tarifs réduits (différentiels), seraient applicables à toute l'étendue de toutes les lignes de parcours. Les institutions des tarifs examinent en ce moment ces projets, et il faut espérer que leur introduction simplifiera singulièrement les systèmes des tarifs de marchandises actuellement en vigueur sur les chemins de fer russes.

Tarif des voyageurs. — Il n'a pas été apporté de changement dans les bases de ce tarif; elles sont restées telles que les ont fixées la plus grande partie des Compagnies de chemins de fer russes.

On peut cependant remarquer, depuis ces derniers temps, une sorte de tendance à activer le mouvement du service des voyageurs au moyen de la réduction soit définitive, soit temporaire (billets de saison) des prix de transport : citons les billets à prix réduits que beaucoup de chemins de fer délivrent en été pour le transport des voyageurs dans la banlieue, ou encore les billets circulaires avec réduction de 30 à 40 p. c.

Beaucoup de chemins accordent aussi une réduction de 50 à 75 p. c. aux élèves des établissements d'instruction. Le gouvernement s'occupe actuellement du mode et des conditions de la généralisation de cette faveur.

Conclusion. — Il résulte de ce qui précède que tout le système des tarifs pour les chemins de fer russes se trouve maintenant encore dans une période de réforme qui, s'inspirant de l'intérêt général, a surtout un but d'unification. Les expéditeurs de marchandises, pas plus que les voyageurs, ne seront plus obligés de savoir si tel ou tel chemin appartient à l'État ou à telle ou telle Compagnie [1]; de même qu'il sera exclu du nouveau système, la distinction des « frets de retour », dont le transport revient meilleur marché aux chemins de fer.

Frais supplémentaires. — Les frais supplémentaires sont prélevés en vertu d'un règlement spécial fixant le maximum de ces frais; ce règlement est approuvé par le ministère des finances. Au nombre de ces frais, il faut mentionner l'introduction, en 1889, d'une taxe de $^1/_5$ copeck par poud pour la construction des aménagements nécessaires au magasinage des marchandises qui attendent leur tour d'expédition. Le droit de prélever cette taxe dépend d'une décision spéciale du gouvernement pour chaque chemin de fer.

(1) Le transport des troupes et de leurs bagages s'effectue, tant sur les chemins de l'État que sur les lignes privées, d'après des tarifs spéciaux stipulés, pour les chemins de l'État, par un règlement spécial, revêtu de la sanction impériale le 8 mars 1886, et, pour les chemins privés, par les statuts des Compagnies de chemins de fer.

9. — Comptabilité du service des voyageurs, des bagages et des marchandises.

VOYAGEURS. — Comme on l'a déjà dit, le transport des voyageurs se fait le plus souvent au moyen de billets de carton du système Edmondson, de billets détachés ou de livrets-coupons. La forme de ces billets, ainsi que la comptabilité qui concerne le service des voyageurs, diffère peu de celles de l'étranger ([1]).

BAGAGES. — Les documents relatifs aux bagages sont aussi semblables en tout à ceux de l'étranger, et ne demandent, par conséquent, aucun éclaircissement.

MARCHANDISES. — Vers 1840, le chemin de Varsovie-Vienne, l'une des plus anciennes lignes de chemin de fer, avait déjà adopté des formes de lettres de voiture et de duplicata semblables à celles qui existaient alors et qui existent encore aujourd'hui à peu de choses près sur les lignes étrangères contiguës. Mais il n'y avait ni feuilles de route, ni feuilles de chargement; la lettre de voiture seule accompagnait les marchandises. Il y avait aux stations de départ un registre des marchandises à expédier, où les expéditeurs faisaient eux-mêmes les inscriptions; de leur côté, les destinataires apposaient leur signature sur le registre de réception des marchandises. La clôture des comptes se faisait chaque mois et l'on dressait des relevés d'expédition distincts pour les différentes destinations. Toute l'organisation était des plus simples et des mieux appropriées. C'est le même ordre que l'on trouve dans l'organisation de la comptabilité des transports du chemin de fer Riga-Dvinsk, inauguré en 1861.

La Grande Société des chemins de fer russes (à la fin de 1850) emprunta son mode de comptabilité aux chemins français, c'est pourquoi on trouve encore sur les lignes de cette Compagnie les imprimés alors en usage en France, tels que : *a*) déclarations; *b*) récépissés, feuilles de route et feuilles de chargement. En fait de registres, il y avait : *c*) le livre des marchandises reçues et expédiées, et *d*) le livre des marchandises arrivées et délivrées. Les déclarations et les récépissés équivalaient à nos lettres de voiture et à nos duplicata actuels; les premières étaient des feuilles détachées remises aux expéditeurs moyennant une certaine redevance, que la marchandise eût été ou non expédiée; quant au récépissé, il était détaché d'un livre à souche au fur et à mesure de la réception définitive des marchandises. Le contenu du récépissé et de la souche était beaucoup plus simple que celui de la déclaration. Au fur et à mesure que les marchandises étaient reçues à l'expédition, on inscrivait les déclarations sur le registre des marchandises reçues et expédiées, en portant le numéro d'ordre du registre sur les déclarations et les récépissés. Des colonnes spéciales ouvertes dans ces registres recevaient l'indication de la date, du mois, ainsi que les numéros du train et du wagon devant conduire la marchandise à destination. L'ordre d'inscription dans les registres des marchandises transportées et délivrées correspondait à l'arrivée effective des marchandises, toujours accompagnées des documents. On inscrivait aussi dans des colonnes spéciales de ce

([1]) On trouve déjà les billets circulaires sur le chemin de Varsovie-Vienne en 1858.

registre la date de la livraison de la marchandise au destinataire, ainsi que celle où ce dernier en avait accusé réception. Il y avait, en outre, un livre de caisse spécial, où l'on portait les recettes perçues lors de la livraison des marchandises, et ce n'est que plus tard qu'on y inscrivit aussi les marchandises délivrées, même celles qui avaient été expédiées tous frais payés. Le transport s'effectuait avec déclaration, feuille de route et feuille de chargement. La feuille de route était le principal document de comptabilité; il passait au contrôle du chemin de fer après l'accomplissement du transport, tandis que la déclaration était remise au destinataire par la station d'arrivée contre une quittance que l'on présentait au contrôle comme pièce à l'appui de la livraison des marchandises. Il n'y avait de souches ni pour les déclarations, ni pour les feuilles de route, ni pour les feuilles de chargement; la réception et la remise des marchandises avec les documents se faisaient entre le service des stations et celui des trains au moyen d'une feuille de livraison spéciale à souche, portant l'indication des numéros des wagons complets, du nombre des différents colis et des stations destinataires. De leur côté, les stations expéditionnaires et destinataires faisaient, pour le contrôle, des relevés ou copies fidèles, jour par jour, des registres des marchandises expédiées et arrivées. Aucun document provenant des gares d'expédition n'accompagnait ces relevés; on n'y joignait que les feuilles de route reçues à la station de destination. Ce mode de comptabilité ne pouvait répondre qu'aux exigences du service intérieur, sans être à même de satisfaire aux conditions du service direct, qui allait bientôt faire son apparition. Avec ce dernier, les marchandises à échanger entre les chemins de fer n'avaient pas de comptabilité équivalente, et toujours et partout la feuille de route franchissait les limites de sa propre ligne.

Tel est le type de la comptabilité adoptée surtout par les chemins de fer de l'ouest : Saint-Pétersbourg-Varsovie, Moscou-Brest, Sud-Ouest et Libau-Romny, c'est-à-dire par des lignes à grands parcours; il est copié en beaucoup de points sur des modèles étrangers, surtout sur les modèles français. C'est un peu d'une autre manière que nous voyons les choses se passer sur les anciens chemins de fer de l'État, les chemins Nicolas et Moscou-Koursk.

D'après le règlement pour le service des gares du chemin de fer Nicolas, approuvé en 1864 par le ministre des voies de communication, la livraison des marchandises s'effectuait au moyen d'une déclaration spéciale, qui servait de point de départ à l'établissement d'une lettre de voiture (en double expédition) et d'un récépissé des sommes perçues (un exemplaire), ce qui fait déjà supposer une ligne de démarcation entre le moment de la réception et celui de l'expédition des marchandises. L'un des exemplaires de la lettre de voiture était remis à l'expéditeur, l'autre devait accompagner la marchandise jusqu'à la gare de destination. Les documents de route étaient inscrits aux gares de départ et d'arrivée dans des registres correspondants, avec indication de la date du départ et de l'arrivée. En outre, on établissait pour chaque wagon une feuille de chargement, dont un exemplaire restait à la station de départ et l'autre suivait la marchandise jusqu'à la gare de destination. Le chemin de fer de Moscou-Koursk nous présente quelque chose d'analogue. Ainsi, le système des anciens chemins

de fer de l'État, si semblable sous les autres rapports à celui des chemins privés de l'ouest, s'en distingue essentiellement en ce qu'il établit une ligne de démarcation entre le moment de la réception des marchandises à expédier et celui de leur expédition réelle.

Dès le commencement de 1870, on se sert, sur les chemins de fer en service direct, de registres à souche, dont on détache la lettre de voiture, le duplicata de cette lettre, le récépissé et le connaissement. Il existe, en outre, des feuilles de route et de chargement, des registres pour expédition, transmission et arrivée des marchandises. Enfin, à partir de 1880, peu de temps avant la publication du Statut général, on trouve en usage, sur un des groupes de chemins de fer, les documents suivants : lettre de voiture accompagnant la marchandise jusqu'à la station de destination pour y être remise au destinataire, duplicata de la lettre de voiture, que la station expéditionnaire doit présenter au contrôle de son chemin, récépissé remis à l'expéditeur, et duplicata du récépissé à envoyer par l'expéditeur au destinataire, et reprise par la station destinataire aussitôt après livraison des marchandises.

Les traits caractéristiques de chacun de ces types de comptabilité sont intimement liés avec l'absence ou la surabondance, dans les gares, des dépôts de marchandises à expédier. Et ceux-ci dépendent eux-mêmes des brusques fluctuations qui se produisent dans l'arrivage des matières premières, surtout dans les pays de terre noire (zone du tchernosiom) et en partie aussi dans le bassin du Donetz.

Cependant, ce qui a déterminé l'emploi des souches pour les lettres de voiture et leurs duplicata, ce n'est pas tant la nécessité de simplifier les comptes de transport que la tendance bien marquée à donner au duplicata de la lettre de voiture l'importance d'un véritable document de comptabilité (d'un document qui exige son numéro d'ordre). Quant au contenu plus ou moins détaillé de la souche, il tient encore à d'autres causes. Des considérations du même genre amenèrent aussi l'introduction des livres à souche pour les feuilles de route et de chargement. Il n'y a pas à en douter, quand on voit les services de contrôle de beaucoup de chemins de fer de l'État et de Compagnies privées exiger que l'on attache les souches desdits documents et qu'on en joigne les copies aux comptes rendus périodiques des gares d'expédition, de destination et même du service des trains.

Actuellement, la plupart des chemins de fer russes font suivre les transports de marchandises des quatorze documents suivants : duplicata de la lettre de voiture, souche de ce duplicata, feuille de route, souche de cette feuille, feuille de chargement, souche de cette feuille, registre d'expédition, registre d'arrivée, registre de livraison, comptes d'expédition, comptes d'arrivée, comptes de livraison, feuille de distribution et souche de cette feuille.

Les stations de quelques chemins de fer de l'État fournissent, en outre, chaque jour un compte rendu détaillé de l'effectif des marchandises arrivées et non délivrées.

Comptabilité des stations. — A peu d'exceptions près, toute la comptabilité des stations relative aux transports n'a pas d'autre valeur que celle d'un journal, sans aucune prétention à systématiser les comptes rendus parallèles de l'expédition et de

l'arrivée. D'où l'immense complication qui s'ensuit pour le contrôle dans la vérification des recettes; d'où aussi la lenteur de cette vérification et de l'établissement des comptes réciproques; d'où, enfin, le chiffre élevé des dépenses pour l'entretien de ces établissements de contrôle sur les chemins de fer russes. Il est évident que, pour améliorer cette situation, il faudra radicalement changer le mode de comptabilité et revenir peut-être à l'état de choses introduit en 1840 sur le chemin de Varsovie-Vienne.

Statistique. — A la base des documents et pièces de comptabilité fournis par les stations relativement au transport des voyageurs, des bagages et des marchandises, les directions de chemins de fer fournissent, dans leurs comptes rendus annuels et d'après une formule identique, des renseignements sur le nombre et le parcours d'objets transportés, l'utilisation du matériel roulant et le travail d'expédition des stations. Ces données doivent être réparties par mois, par directions et par stations.

Pour donner une idée plus nette de l'étendue des principaux renseignements de statistique, que doivent fournir, d'après la même formule, tous les chemins de fer, dans les comptes rendus annuels de leur exploitation, nous énumérerons les données suivantes :

Tableau X, I. *Voyageurs et transports de grande vitesse; recettes qui en proviennent.* — Recette générale provenant des trains express pour la famille impériale, les employés du gouvernement et les particuliers; nombre de tous les voyageurs taxés : voyageurs transportés d'après le tarif ordinaire, voyageurs transportés d'après des taxes spéciales, détenus et leur escorte; nombre de verstes parcourues par tous les voyageurs taxés, moyenne du parcours d'un voyageur taxé, total des recettes provenant du transport de tous les voyageurs taxés, recette moyenne d'un voyageur-verste taxé; total des voyageurs transportés en service, nombre de verstes parcourus par les voyageurs en service, moyenne du parcours d'un voyageur en service; total en pouds des bagages transportés, nombre de poud-verstes parcourus par les bagages, pareours moyen d'un poud de bagages, total des recettes provenant du transport des bagages, recette moyenne d'un poud-verste parcouru par les bagages; chiffre total du nombre de pouds des paquets et marchandises transportés d'après les tarifs de la grande vitesse, y compris les transports militaires; total des poud-verstes parcourus par les paquets et marchandises à grande vitesse, y compris les transports militaires; parcours moyen d'un poud de paquets et de marchandises à grande vitesse, ainsi que d'un poud de transport militaire; total des recettes provenant du transport par grande vitesse des paquets, des marchandises et des transports militaires; recette moyenne d'un poud-verste à grande vitesse de paquets, de marchandises et de transports militaires; chiffre total de pouds comptés par espèces de marchandises transportées, y compris les transports militaires; chiffre total des poud-verstes parcourus par chacune des espèces de ces articles, y compris les transports militaires; parcours moyen d'un poud de ces espèces et d'un poud de transport militaire; total de la recette provenant de ces transports par espèces de marchandises, y compris les transports militaires; recette moyenne d'un poud-verste de ces transports par espèces de marchandises et d'un poud-verste des transports militaires; chiffre total, en pouds, des animaux transportés, y compris le nombre de pouds des animaux transportés d'après les tarifs militaires; chiffre total des poud-verstes parcourus par les animaux, y compris ceux qui sont soumis aux tarifs militaires; parcours moyen d'un poud-animal, en y comprenant les animaux transportés d'après les tarifs militaires; total de la recette provenant du transport des animaux, y compris ceux transportés d'après les tarifs militaires; recette moyenne d'un poud-verste des animaux en général, ainsi que d'un poud-verste des animaux transportés

d'après les tarifs militaires; total de la recette provenant du transport de la poste; recettes spéciales provenant des voyageurs et des transports à grande vitesse; total des recettes provenant de tous les transports à grande vitesse; total des recettes provenant des transports à grande vitesse pour un train-verste; total des recettes provenant de tous les transports à grande vitesse pour 10,000 essieu-verstes de wagon.

II. ***Transports d'après les tarifs de la petite vitesse et recettes qui en proviennent.*** — Total de la quantité de marchandises transportées d'après les tarifs de la petite vitesse par wagons et par pouds, y compris les transports en transit calculés d'après les tarifs militaires; déduire de ce chiffre total la quantité de transports à petite vitesse expédiés de et dirigés sur Saint-Pétersbourg; total des poud-verstes parcourus par les transports à petite vitesse, y compris les transports militaires; total des poud-verstes expédiés de et dirigés sur Saint-Pétersbourg; parcours moyen d'un poud de marchandises en général et d'un poud de transports militaires; total de la recette provenant du transport des marchandises par petite vitesse par pouds et par wagons, y compris les transports militaires; recette moyenne d'un poud-verste de marchandises en général, et d'un poud-verste de transports militaires; chiffre total de pouds comptés par espèces de marchandises transportées, y compris les transports militaires; chiffre total des poud-verstes parcourus par chacune de ces espèces d'articles, y compris les transports militaires; parcours moyen d'un poud de ces espèces de marchandises et d'un poud de transport militaire; total de la recette provenant de ces transports par espèces de marchandises, y compris les transports militaires; recette moyenne d'un poud-verste de ces transports par espèces de marchandises et d'un poud-verste des transports militaires: total de la recette provenant du matériel roulant amené comme marchandise sur ses propres essieux; chiffre total en pouds des animaux transportés, y compris ceux transportés d'après les tarifs militaires; chiffre total des poud-verstes parcourus par les animaux, y compris ceux qui sont soumis aux tarifs militaires; parcours moyen d'un poud-animal, en y comprenant les animaux transportés d'après les tarifs militaires; total de la recette provenant du transport des animaux, y compris ceux transportés d'après les tarifs militaires; recette moyenne d'un poud-verste des animaux en général, et de ceux transportés d'après les tarifs militaires; quantité de pouds transportés en service pour les besoins de l'exploitation, et quantité de poud-verstes ainsi parcourus; valeur totale des transports en service, tarif moyen du poud-verste; recettes spéciales pour les transports à petite vitesse; total de la recette de tous les transports à petite vitesse, ainsi que par poud-verste en général, et pour 10,000 essieu-verstes de wagons; chiffre des expéditions de marchandises calculé d'après le nombre des lettres de voiture, chiffre des arrivées d'après celui des différentes lettres de voiture, chiffre des points de transmission sur la voie.

Annexe nº 10. — Tableau des recettes et des transports à établir par mois d'après les tarifs de la grande et de la petite vitesse.

Annexe nº 11. — Tableau des transports à établir par stations (de départ et d'arrivée), d'après les tarifs de la grande et de la petite vitesse.

Annexe nº 12. — Chiffre de la vente des billets de voyageurs, des billets de bagages délivrés, des expéditions et des arrivées de marchandises (lettres de voiture), des pouds de marchandises chargées et déchargées par les stations, et rentrée générale dans les caisses des stations en moyenne par mois à établir pour tous les quatre mois et pour chaque station en particulier.

Annexe nº 13. – Pouds de marchandises transportées et poud-verstes parcourus; parcours moyen, maximum et minimum, d'un poud de marchandises par grande et petite vitesse (à établir chaque mois et par directions).

En outre, la Conférence générale des chemins de fer a publié et publie des tableaux détaillés de statistique sur l'espèce et la quantité de marchandises, en se conformant aux

formules et aux règles prescrites par le ministre des finances et en se basant sur les données fournies périodiquement par les chemins de fer.

10. — Contrôle direct des transports.

Une bonne organisation du contrôle direct des transports sur les chemins de fer russes fait l'objet des préoccupations du gouvernement aussi bien que des Administrations de chemins de fer. Il arrive souvent aux Administrations de chemins de fer soit étrangères, soit russes, de recevoir diverses propositions concernant surtout le contrôle du service des voyageurs. Ainsi, par exemple, une réunion technique des représentants des chemins de fer russes a examiné les projets de MM. Komarsky, Pouschkarev et Timoféev sur le moyen le plus efficace de contrôler les billets de voyageurs. La réunion a conclu en faveur du système de M. Timoféev, de préférence à ceux de MM. Komarsky et Pouschkarev, à cause des moindres frais de première installation et de l'extrême simplicité de son application.

Dans le système de M. Timoféev, chaque wagon est muni d'une boîte de contrôle fixée à l'intérieur de la voiture sur la portière de sortie. Cette boîte est partagée en deux compartiments, dont l'un est destiné aux billets de voyageurs, aux coupons, etc., et l'autre aux billets annuels ou à terme, qui restent ordinairement entre les mains des voyageurs. Le premier compartiment est muni de quelques rangées de pointes, auprès desquelles sont peints à l'huile, sur le fond de l'appareil, les numéros correspondant aux places du wagon. La boîte se ferme au moyen d'un couvercle en verre ou d'une toile métallique à mailles très serrées. On peut conserver aux billets leurs dimensions actuelles (billets système Edmondson), avec cette seule différence que les numéros des billets, ainsi que la désignation de la station de départ et celle de l'arrivée, doivent être imprimés, dans le sens de la longueur, sur les deux marges opposées; et, afin que l'on puisse facilement partager le billet en deux parties égales portant l'une et l'autre le numéro du billet et le nom de la station, il faut le pointiller transversalement en son milieu. Voici comment le contrôle s'effectue avec ce système. Au départ du train de la première gare, le conducteur en chef ouvre la boîte de contrôle, l'enlève de la portière à laquelle elle est fixée et la remet à son aide; puis il partage en deux le billet que lui présente le voyageur et remet à son aide la moitié portant la marque du composteur avec l'indication de la date et du numéro du train, afin qu'il la place dans la boîte sur la pointe correspondant à la place occupée; l'autre moitié est rendue au voyageur. Les coupons détachés des livrets de service direct sont placés tout entiers sur les pointes; le voyageur qui ne veut pas être dérangé peut remettre à la fois tous les coupons d'une même ligne. Le conducteur en chef doit inscrire sur les coupons détachés la date (en toutes lettres), le mois et l'année. Le contrôle de la première voiture fini, le conducteur en chef ne revient pas sur ses pas, repend la boîte à la portière de sortie, comme on l'a dit plus haut, et continue le contrôle des wagons suivants.

Outre l'appareil de contrôle, il doit y avoir dans le wagon un tronc pour y jeter les duplicata et les talons de billets, ainsi que les billets repris aux voyageurs avant la

dernière station. La clé des troncs doit se trouver entre les mains des chefs de station, là où cela est reconnu nécessaire. Quand on découple un wagon, on y laisse la boîte de contrôle et le tronc, ou bien on les enlève pour les déposer à la dernière station.

Tous les billets de service pour un seul voyage doivent être munis de talons, que l'on met d'abord dans la boîte de contrôle et que l'on jette ensuite dans le tronc. Les billets au porteur soit annuels, soit à terme, doivent être présentés avec les certificats conformes. On peut conserver la forme actuelle des billets d'enfants et de militaires, mais à la condition de les percer et de les mettre dans la boîte de contrôle, après avoir donné une contremarque en échange aux voyageurs. Les billets nominaux et les jetons restent entre les mains des voyageurs, et sont remplacés par des contremarques dans la boîte de contrôle. Dans l'un et dans l'autre cas, les contremarques sont détachées de livrets spéciaux dans l'ordre successif des numéros, et le conducteur en chef y inscrit, avec un crayon chimique, les numéros des billets d'enfants et de militaires, ou le nom de famille des personnes voyageant avec des billets nominaux, des billets annuels ou à terme, ou des jetons.

De plus, pour que le système de contrôle de M. Timoféev portât tous ses fruits, il faudrait que des affiches placées dans les wagons en fissent connaître les particularités aux voyageurs, dont on demanderait le concours pour découvrir les irrégularités commises par les chefs de train.

La réunion technique a répondu à l'auteur de cette proposition en émettant l'avis qu'il serait désirable d'introduire dans la boîte de contrôle un appareil qui permît au conducteur de jeter le billet du voyageur, qui est arrivé au terme de sa course, dans le tronc qui se trouve sous la boîte, sans qu'il soit obligé de l'ouvrir; de cette manière, il serait privé de la possibilité de retirer le billet soit de la boîte, soit du tronc. Comme conclusion, la réunion technique a émis l'avis que le seul moyen rationnel d'empêcher les voyageurs de parcourir la voie sans billets ou avec des billets périmés, serait de clôturer les stations; elle recommande, entre autres mesures générales à prendre pour éviter des abus de tout genre, la publication par voie législative d'un règlement de transport, obligatoire pour le public et pour les agents des chemins de fer. C'est un règlement de ce genre qui est prévu par le Statut général.

Il faut enfin mettre au nombre des mesures les plus importantes prises sur les chemins de fer de l'État, ainsi que sur certains chemins de fer russes privés, celle de la remise aux employés d'une partie des amendes payées par les voyageurs surpris sans billets et par les expéditeurs de marchandises pour fausses déclarations relativement au poids ou à la nature des transports. Il arrive quelquefois que ces amendes et les primes qui en résultent pour le personnel atteignent un chiffre considérable.

Quant au contrôle, il s'effectue tant dans les trains de voyageurs que dans ceux de marchandises, par des contrôleurs spéciaux et tout à fait d'après les mêmes principes que sur les chemins de fer étrangers.

CHAPITRE II

Organisation de la partie technique du mouvement.

A. — SERVICE DU MATÉRIEL ROULANT

Considérations générales. — C'est du caractère même des transports que dépendent la composition et l'utilisation du parc du matériel roulant, du moins en ce qui concerne les wagons à marchandises.

Les fluctuations considérables que les temps et les lieux amènent dans les transports, ainsi que la disproportion de leurs courants maximum et minimum, diminuent le travail utile des wagons, tandis que l'intensité du mouvement de masses de marchandises, jointe à des moyennes de parcours considérables, l'augmente. La nécessité d'une centralisation rapide du matériel sur les points du plus grand afflux des marchandises, fait en même temps négliger aux Administrations beaucoup de considérations économiques, telles que l'emploi de leur propre matériel et la bonne utilisation de chaque wagon en particulier. Cela provient de ce que les proportions données au parc des wagons excèdent la moyenne des besoins, ce qui entraîne, dans les conditions ordinaires, le stationnement relativement prolongé des wagons dans les gares. Cet état de choses est en corrélation directe avec les dimensions et les dispositions des stations des chemins de fer russes, lesquelles dépendent à leur tour de la longueur des trains et des dimensions du matériel roulant, ainsi que de l'emploi presque exclusif des aiguilles pour faire passer les wagons d'une voie à l'autre. Les proportions du matériel roulant sont déterminées elles-mêmes par la nature des marchandises transportées en grandes masses, de même que la composition des trains est liée au peu de valeur des chargements aussi bien qu'au relativement peu de prix que l'on attache, en Russie, au temps consacré aux transports.

Les tableaux *A*, *B* et *C* ci-après donnent une idée générale de l'espèce et de la quantité de nos wagons, en même temps que du travail qu'ils ont accompli pendant les dix dernières années.

Ces tableaux montrent à l'évidence que, pendant cette période, le nombre total des places dans les voitures à voyageurs s'est accru, en général, de 256,730 à 284,892, mais qu'il a diminué de 12.75 à 10.46 par verste. La capacité des wagons de marchandises s'est élevée de 68 millions à 91 millions de pouds, mais a diminué de 3,209 à 3,032 par verste de chemin, ce qui s'explique par l'adjonction aux divers réseaux de lignes à plus faible trafic disposant d'un matériel restreint.

Quantité de matériel roulant.

A	Longueur exploitée à la fin de 1890 (1).	VOITURES A VOYAGEURS.							WAGONS A MARCHANDISES.							Wagons-poste.
		Nombre de voitures.	NOMBRE D'ESSIEUX.		NOMBRE DE PLACES.				Nombre de wagons.	NOMBRE D'ESSIEUX.		CAPACITÉ DE CHARGEMENT (EN POUDS).				
			Total.	Par verste.	Total.	Par wagon.	Par essieu.	Par verste.		Total.	Par verste.	Total.	Par wagon.	Par essieu.	Par verste.	
En général sur les chemins de l'État et les chemins de fer privés, non compris le chemin de fer Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,759 verstes). 1890	(26,679) 27,238	7,759	22,998	0.84	284,892	36.72	12.43	10.46	145,611	294,728	10.82	90.605,037	622.24	307.41	3,032.72	239
1889	(26,314) 26,554	7,678	22,722	0.86	281,657	36.68	12.40	10.61	141,898	287,270	10.82	87,005,149	613.15	302.87	3,276.54	233
1888	(25,574) 26,133	7,516	22,234	0.85	277,452	36.91	12.48	10.62	135,910	276,030	10.56	83,224,624	612.35	301.51	3,184.66	257
1887	(24,780) 25,367	7,560	22,412	0.90	278,822	36.88	12.44	11.27	129,753	263,808	10.65	79,314,725	611.27	300.65	3,216.89	251
1886	(24,295) 24,580	7,302	21,707	0.88	272,681	36.88	12.55	11.12	125,826	255,282	10.41	76,585,902	608.66	300.00	3,124.93	250
1885	(23,535) 24,041	7,264	21,160	0.90	266,833	36.73	12.61	11.34	122,762	249,164	10.59	74,369,532	605.80	298.47	3,159.95	235
1884	(22,507) 23,039	7,092	20,698	0.90	262,147	36.96	12.67	11.37	119,324	242,626	10.53	72,047,887	603.80	297.36	3,126.78	229
1883	(21,901) 22,215	7,050	20,594	0.93	263,820	37.42	12.60	11.88	118,127	239,888	10.80	70,470,843	596.57	293.77	3,172.22	229
1882	(21,321) 21,593	6,966	20,646	0.95	260,179	37.34	12 81	12.05	115,699	238,807	10.06	69,846,352	603.69	292.90	3,233.68	218
1881	(21,231) 21,262	7,066	20,370	0.95	256,730	36.33	12.60	12.75	113,172	229,766	10.73	67,995,043	600.82	295.93	3,202.15	103

(1) Les chiffres entre parenthèses indiquent la longueur moyenne exploitée.

Parcours du matériel roulant.

B		PARCOURS DES VOITURES A VOYAGEURS.								Parcours des voitures et des wagon-poste, étrangers dans tous les trains du propre réseau de chaque ligne.	PARCOURS DES WAGONS A MARCHANDISES			
		VOITURES PROPRES A CHAQUE LIGNE.				Voitures étrangères entrant dans la composition des trains de chaque ligne.	Total des voitures propres à chaque ligne ou étrangères dans tous les trains de cette ligne.	Y compris les voitures des express pour les membres de la famille impériale et des particuliers	Moyenne générale du parcours par verste.		PROPRES A CHAQUE LIGNE.			
		ENTRANT DANS LA COMPOSITION DES TRAINS.		Total dans les propres trains de chaque ligne et les trains étrangers.	Parcours moyen d'un essieu.						ENTRANT DANS LA COMPOSITION DES TRAINS.		Total dans les trains de chaque ligne et étrangers.	Parcours moyen d'un essieu des wagons de chaque ligne et étrangers.
		Sur le réseau propre.	Voitures louées (russes ou étrangères).								De cette ligne	Wagons loués (russes et étrangers).		
		Milliers d'essieu-verstes.			Essieu-verstes.	Milliers d'essieu verstes.			Essieu-verstes.	Milliers d'ess.-verst.	Milliers d'essieu-verstes.			Essieu-verstes.
En général sur les chemins de fer de l'État et les lignes privées, excepté le chemin de fer Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins du grand-duché de Finlande (1,759 verstes).	1890	986,548	51,117	1,037,665	45,120	62,961	1,049,509	2,875	39,352	53,577	1,908,250	3,532,371	5,440,621	18,460
	1889	938,849	49,438	988,287	43,495	64,941	1,003,790	3,154	38,108	57,660	2,001,019	3,116,973	5,117,992	17,819
	1888	903,275	49,862	953,137	42,863	63,820	967,095	3,139	37,816	48,881	2,124,745	3,077,397	5,202,142	18,846
	1887	860,388	52,205	912,593	40,719	54,326	914,714	1,322	36,913	48,772	1,946,458	2,708,047	4,653,505	17,644
	1886	829,862	39,485	869,347	40,036	51,556	881,418	2,300	36,280	46,906	1,792,970	2,274,817	4,067,787	15,939
	1885	850,605	36,120	886,725	41,727	40,625	891,230	1,427	37,673	45,556	1,862,415	2,326,063	4,188,478	16,810
	1884	850,851	32,097	882,948	42,659	35,784	886,635	1,126	34,951	42,304	1,809,280	2,286,169	4,095,449	16,880
	1883	828,872	44,213	873,085	42,395	50,999	879,871	1,565	40,175	45,120	1,838,870	2,218,064	4,053,934	16,899
	1882	816,205	38,859	855,100	41,417	45,600	861,805	847	40,420	44,028	1,742,889	1,897,605	3,640,494	15,245
	1881	817,836	42,019	859,855	42,375	46,140	863,976	...	40,646	25,109	1,164,854	3	3,332,147	14,530

Parcours du matériel roulant.

C		PARCOURS DES WAGONS A MARCHANDISES.				Total du parcours des voitures à voyageurs, des voitures-poste et des marchandises, tant dans les propres trains de chaque ligne que dans les trains étrangers.	Total par verste.	Y COMPRIS					Parcours de la tare du matériel roulant (locomotives avec tenders et wagons)
								DANS LES TRAINS DU MOUVEMENT COMMERCIAL		dans les trains de troupes.	DANS LES TRAINS DE SERVICE		
		Wagons étrangers entrés dans la composition des propres trains de chaque ligne.	Total des wagons propres à chaque ligne et étrangers dans tous les trains de cette ligne.	Y compris les wagons des trains express pour les membres de la famille impériale et les particuliers.	Parcours moyen par verste des wagons propres à chaque ligne et étrangers sur le réseau de cette ligne par verste.			de grande et moyenne vitesse.	de petite vitesse.		Parcours avec les employés et les ouvriers de la ligne ainsi que du directeur, inspecteur et de l'administration.	Autres parcours.	
		Milliers d'essieu-verstes.			Essieu-verstes.	Milliers d'ess.-verstes.	Essieu-verstes.	Milliers d'essieu-verstes.					Milliers de poud-verstes.
En général sur les chemins de fer de l'État et les lignes privées, excepté le chemin de fer Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins du grand-duché de Finlande (1,759 verstes).	1890	3,760,916	5,669,166	1,004	212,495	6,772,252	253,842	1,533,535	4,912,735	58,567	63,084	204,331	1,874,405
	1889	3,572,416	5,573,435	455	211,588	6,634,885	251,884	1,455,865	4,898,675	45,240	60,112	174,993	...
	1888	3,399,291	5,524,036	1,364	216,002	6,540,012	255,729	1,396,254	4,905,855	54,117	53,311	130,475	...
	1887	2,995,635	4,942,093	551	199,439	5,905,579	238,320	1,353,643	4,319,036	39,212	54,434	139,254	...
	1886	2,431,152	4,224,122	1,019	174,868	5,152,446	212,078	1,310,616	3,629,764	43,784	63.377	105,505	..
	1885	2,478,958	4,341,373	593	181,048	5,278,159	224,300	1,112,827	3,962,645	36,758	47,524	118,405	...
	1884	2,451,696	4,260,976	486	189,322	5,189,915	230,591	...	...	...	...	...	...
	1883	2,359,753	4,198,625	245	191,709	5,123,596	233,943	...	...	...	...	...	...
	1882	1,980,720	4,723,609	850	174,645	4,629,442	217,131	...	...	...	...	...	...
	1881	1,773,405	3,438,259	...	161,938	4,327,336	203,812	...	...	...	...	...	...

En même temps, le total du parcours des voitures propres à chaque ligne et étrangères s'est accru de 25 à 54 millions de verstes et a diminué de 40,646 à 39,352 essieux par verste de chemin; en outre, le parcours moyen de chaque voiture à voyageurs a augmenté de 42,375 à 45,120 essieu-verstes par an. Le total du parcours des wagons *à marchandises* propres à chaque ligne et des wagons étrangers s'est accru de 3,438 à 5,669 millions et de 161,938 à 212,495 par verste de chemin. De plus, le parcours moyen de chaque essieu de wagon à marchandises s'est aussi considérablement élevé (de 14,530 à 18,460 verstes par an). Le total du parcours des wagons étrangers qui sont entrés dans la composition des trains propres à chaque réseau s'est élevé de 1,733 millions à 3,760 millions d'essieu-verstes pour un total de parcours des propres wagons de chaque réseau et des wagons étrangers de 3,438 millions et de 5,669 millions d'essieu-verstes.

Ces chiffres, confrontés avec les données fournies sur le parcours des wagons à voyageurs et à marchandises dans le chapitre de l'organisation commerciale de l'exploitation, ne permettent pas de douter que la meilleure utilisation du matériel roulant ne dépend pas seulement de la plus grande intensité du mouvement (sur tout le réseau), mais aussi de la plus grande moyenne du parcours tant des voyageurs que des principaux chargements.

La question d'utiliser le mieux possible le matériel roulant a toujours été l'objet de l'étude et de l'attention spéciale des Administrations des chemins de fer russes. Si leurs recherches ont eu si rarement pour objet le mouvement des trains de voyageurs, cela provient de la nécessité de faire circuler ces trains dans des limites qui dépendent de la continuité et de la correspondance du mouvement des voyageurs sur tout le réseau et qui excluent d'avance la possibilité d'utiliser d'une manière satisfaisante le matériel roulant; il n'y a d'exceptions à cette règle générale que pour quelques lignes dont le mouvement est très intense, comme, par exemple, le chemin de fer Nicolas, où l'on a fait, dans ces dernières années, des recherches intéressantes à ce sujet. Pour ce qui concerne les wagons à marchandises, la nouvelle forme du compte rendu normal (obligatoire) de l'exploitation des chemins de fer russes comprend une annexe spéciale (n° 13), qui indique le nombre et le parcours des wagons à marchandises et des chargements pour chaque mois et pour chaque direction maximum et minimum. Comme ce tableau comprend des indications relatives non seulement à l'intensité (en poud-verstes par verste de la ligne), mais aussi à la moyenne du parcours d'un poud de marchandises, ces renseignements sont des plus instructifs, étant donnée la direction rectiligne des chemins de fer russes, qui n'ont presque pas d'embranchements. Le tableau suivant nous fournit les moyennes annuelles du susdit tableau pour 37 chemins de fer groupés dans l'ordre progressif de l'intensité du mouvement (le nombre de poud-verstes par verste de parcours), tout en conservant la division en directions. Malheureusement, certains chemins de fer s'étant permis de déroger à la forme établie, il n'a pas été possible d'indiquer, même dans les comptes rendus généraux annuels, pour chaque groupe de chemins de fer, les coefficients de la fluctuation mensuelle dans l'intensité de chacune des deux directions maximum et minimum. Ces renseignements se rapportent à l'année 1890.

Le tableau dont il s'agit donne une preuve de plus que l'utilisation des wagons dépend étroitement de l'intensité du mouvement et de l'étendue de la moyenne du parcours.

NOMBRE DE LIGNES.	POUD-VERSTES PAR VERSTE DE CHEMIN.	MAXIMUM ET MINIMUM.	Longueur du réseau exploité.	WAGON-VERSTES (En milliers.) CHARGÉS: Dans les trains de grande et de moyenne vitesse.	WAGON-VERSTES CHARGÉS: Dans les trains de petite vitesse.	WAGON-VERSTES A VIDE: Dans les trains de grande et de moyenne vitesse.	WAGON-VERSTES A VIDE: Dans les trains de petite vitesse.	POUD-VERSTES (En millions.): de grande vitesse.	POUD-VERSTES: de petite vitesse.	POUD-VERSTES: TOTAL.	MOYENNE DU PARCOURS D'UN POUD DE CHARGEMENT: Grande vitesse.	MOYENNE DU PARCOURS D'UN POUD DE CHARGEMENT: Petite vitesse	MOYENNE DU CHARGEMENT D'UN WAGON A MARCHANDISES CHARGÉ: Dans les trains de grande et de moyenne vitesse.	MOYENNE DU CHARGEMENT D'UN WAGON A MARCHANDISES CHARGÉ: Dans les trains de petite vitesse.
		Maximum . .		4,240	5,508	640	1,527	473	3,117	3,590	69	87	112	566
7	3,909,759	Minimum . .	1,435	3,314	3,757	1,534	3,343	116	1,905	2,021	85	120	35	507
		Total		7,554	9,265	2,174	4,870	589	5,022	5,611	71	99	79	542
		Maximum . .		10,739	101,111	2,689	20,342	158	43,123	43,280	221	143	5	427
7	12,345,617	Minimum . .	4,989	7,230	55,981	4,045	68,563	60	17,537	17,598	99	100	8	313
		Total		17,969	157,092	6,734	88,905	218	60,660	60,878	164	125	12	386
		Maximum . .		18,624	123,408	3,627	47,038	637	62,007	62,644	313	194	34	503
7	21,363,048	Minimum . .	4,433	7,695	73,577	1,680	39,073	392	31,667	32,059	204	135	51	430
		Total		26,319	196,985	5,307	86,111	1,029	93,674	94,703	286	169	39	476
		Maximum . .		12,618	297,577	1,670	56,220	1,033	159,423	160,456	267	222	82	536
8	40,502,963	Minimum . .	5,993	10,673	175,382	3,390	177,041	738	81,542	82,280	272	180	69	465
		Total		23,291	472,959	5,060	233,261	1,771	240,965	242,736	267	207	76	509
		Maximum . .		13,710	317,082	2,675	106,626	801	209,545	210,345	256	281	59	661
8	69,092,830	Minimum . .	3,927	12,043	219,551	3,049	205,855	459	60,384	60,844	176	181	38	275
		Total		25,753	536,633	5,724	312,481	1,260	269,929	271,189	218	239	49	460
		Maximum . .		59,931	844,686	11,301	231,753	3,102	477,215	480,317	186	226	50	565
37	147,214,217	Minimum . .	20,777	40,955	528,248	13,698	493,875	1,765	193,035	194,800	191	152	43	365
		Total		100,886	1,372,934	24,999	725,628	4,867	670,250	675,117	188	198	48	488

1. — Ordre de l'emploi des wagons.

Spécialisation des wagons. — Les renseignements compris dans la section du matériel roulant et de la traction du présent aperçu fournissent des données concernant la spécialisation des wagons, selon les besoins et la nature des transports. Ils montrent jusqu'où s'étend déjà la spécialisation des wagons sur les voies ferrées russes, sous l'influence des nombreuses conditions particulières du vaste territoire desservi par le réseau.

Limitation de l'utilisation du matériel roulant selon le genre de transport, la limite du chargement et les rayons de circulation. — La plus grande partie du matériel roulant se composant de wagons couverts, également propres à toute sorte de transports, aucune difficulté ne s'oppose à l'exacte observation de la limite des chargements, surtout depuis que des gabarits et des ponts à bascule existent à toutes les stations un peu importantes. De plus, en vertu des conventions en vigueur, chaque ligne peut utiliser les wagons étrangers pour n'importe quels transports et quelles directions. Aussi faut-il reconnaître que, sous le rapport de l'utilisation de leur matériel roulant couvert, les chemins de fer russes occupent, au point de vue du service du mouvement, une position des plus avantageuses.

C'est ici que se place naturellement la question de l'augmentation progressive de la capacité de nos wagons à marchandises couverts, question dont l'analyse technique appartient à une autre partie de cet aperçu. Qu'il nous suffise de signaler que même la proposition si modeste d'augmenter la charge de chaque wagon, en la portant de 600 à 750 pouds, se heurte à toute sorte d'obstacles de la part du public, par suite du changement inévitable de l'unité de 600 pouds admise dans les calculs par le monde commercial.

Pour ce qui concerne le chargement des marchandises sur le matériel roulant découvert, il existe une instruction spéciale, élaborée par la XXI[e] conférence générale des chemins de fer russes et confirmée par le ministre des voies de communication, le 20 février 1890.

Répartition des wagons. Considérations générales. — Le manque réitéré et périodique de matériel roulant sur l'un ou sur l'autre réseau des chemins de fer russes, surtout pour le transport des céréales, a été et est encore une des questions les plus vivantes de ces derniers temps. Elle se complique des difficultés de transport de la houille du bassin du Donétz. Dans les moments d'affluence, les chemins de fer, tant en Russie qu'en Occident, ne sont pas à même de suffire à toutes les demandes, ce qui entraîne une stagnation dans l'industrie, l'économie domestique et le commerce et, par suite, les plus vives récriminations contre les Administrations des railways.

Cette situation est certainement très regrettable, mais faut-il s'en prendre aux chemins de fer seuls? On peut admettre comme axiome que tout chemin de fer doit être

muni d'un matériel roulant capable de suffire au mouvement qui s'y produit en temps normal. Lorsque de nombreuses demandes pressantes surgissent, la capacité de transport du chemin de fer peut être en partie augmentée par la composition des trains et par la vitesse du mouvement dans les limites de la force de traction des locomotives, c'est-à-dire par la réduction des intervalles entre les trains qui se suivent; si ces mesures ne peuvent pas suffire aux exigences du trafic, il en résulte naturellement une insuffisance dans le matériel roulant, bien avant qu'on ait utilisé tous les moyens de circulation. Afin de remédier à l'insuffisance provisoire des wagons, on peut et on doit avant tout utiliser rationnellement ceux dont on dispose; mais les crises périodiques éprouvées par les chemins de fer de l'Europe occidentale prouvent que l'utilisation rationnelle des wagons, d'après le système de réciprocité, ne garantit pas l'industrie, l'économie rurale et le commerce contre les pertes et les dommages causés par le manque de wagons ou de moyens de circulation. Il n'est pas rare, sur les chemins de fer russes, qu'après avoir pourvu à l'insuffisance des wagons, il ne surgisse la question de l'insuffisance des moyens de circulation, — le plus grand nombre des lignes étant à une seule voie, — du manque de voies de garage aux abords des stations, du défaut d'approvisionnement d'eau et des moyens de chargement et de déchargement. Il est impossible de prévenir tous ces obstacles, vu qu'on ne peut exiger que les propriétaires de chemins de fer (quels qu'ils soient, État, Compagnies privées ou particuliers) établissent des voies nouvelles, multiplient le nombre des gares, etc., avant qu'on en sente vraiment le besoin, c'est-à-dire qu'ils augmentent le capital mort de l'entreprise lorsque déjà, sur la plus grande partie du réseau, le taux du bénéfice net, relativement au capital déboursé, est très bas. Cette augmentation du capital de fondation de l'entreprise, par une mise de fonds faite exclusivement dans le but de satisfaire aux exigences commerciales et industrielles, ne répondrait pas du tout à l'utilité qu'en comptent retirer les chemins de fer et même l'État. D'après les renseignements qui ont paru dans les publications périodiques, on a examiné, en 1890, au ministère des voies de communication, le projet présenté par l'un de ses inspecteurs en chef pour le renforcement et l'augmentation des moyens de transport des marchandises sur nos voies ferrées. Parmi les mesures proposées par l'auteur du projet, les plus sérieuses et les plus essentielles sont : 1° L'introduction sur les chemins de fer russes de trains de marchandises à vitesse moyenne, avec diminution du nombre de wagons, afin de faire circuler plus rapidement les wagons et d'expédier un plus grand nombre de trains; 2° l'augmentation de la capacité des wagons à marchandises; 3° l'introduction de primes à accorder aux employés du mouvement et de la traction, ainsi qu'au personnel des locomotives et des trains, pour obtenir une circulation plus rapide des wagons.

Dernièrement, l'auteur dudit projet, après avoir fait l'inspection de quelques chemins de fer par ordre du ministre des voies de communication, proposa d'essayer les deux premières mesures sur le chemin de fer houiller de Donétz et sur la ligne de Koursk-Kharkov-Azov, reliés entre eux par l'intérêt commun du transport et de la livraison de la houille. A ce qu'il paraît, les expériences ont été faites sur ces lignes sous la surveillance directe des directeurs et avec le concours de l'inspection gouvernementale locale.

Les mêmes expériences ont été proposées aux lignes de Lozovo-Sébastopol, de Ecatherinoslav et de Kharkov-Nicolaïev.

Il est actuellement reconnu que les essais tentés sur les lignes de Koursk-Kharkov-Azov et de Donétz ont déjà donné des résultats remarquables au point de vue de la rapidité de la circulation des wagons.

La première de ces mesures touche essentiellement à la partie économique de l'exploitation des chemins de fer, en ce qu'elle augmente le nombre et le parcours des trains; elle ne peut être réalisée qu'après le calcul exact de la composition minimum des trains, telle que le comportent les ressources pécuniaires du chemin, et ce calcul présente parfois de très grandes difficultés. Beaucoup de chemins de fer ont reconnu depuis longtemps la possibilité et même la nécessité de faire le premier pas pour la réalisation de la mesure dont il s'agit, et qui consiste à transmettre d'une voie à l'autre les wagons par trains au fur et à mesure de leur arrivée; mais ce pas ne pouvait être fait que du consentement des chemins de fer voisins.

La seconde mesure, c'est-à-dire l'augmentation de la capacité des wagons, touche aussi d'une manière sensible à la partie économique de l'exploitation. Sur la proposition du département des chemins de fer, cette question a été étudiée d'une manière approfondie à la XXXIe Conférence générale des chemins de fer russes.

La troisième mesure, celle de l'introduction des primes, est comparativement facile à admettre, elle est déjà mise en vigueur depuis quelques années sur plusieurs lignes. La question des primes sur les chemins de fer russes a été soulevée pour la première fois en 1873.

Tout cela montre que la question de l'organisation économique du service des wagons n'a pas une influence moins grande sur la bonne utilisation du parc du matériel que les conditions naturelles des rayons d'expédition des marchandises. On sait que jusqu'à présent la pratique des chemins de fer russes et étrangers n'a produit que deux systèmes de répartition des wagons, l'un dit actif (automatique) et l'autre passif.

Système actif (automatique) et système passif. — Le système actif de l'organisation économique du service des wagons, fondé sur une étude préalable de tous les principaux courants de marchandises entre les points les plus importants du réseau et à différentes époques de l'année, aboutit une fois pour toutes à l'établissement de rayons déterminés de circulation, de points d'expédition et de destination et d'itinéraires de circulation pour les wagons vides. Ce système, pratiqué en France sur la ligne de la Méditerranée, présuppose une fixité considérable dans les rayons de circulation et la direction des courants des marchandises. S'il en était autrement, on n'arriverait pas à l'automaticité des courants inverses de wagons vides et il faudrait une régularisation constante des courants de la part de l'autorité chargée de la surveillance, ce qui serait contraire à l'idée même de l'automaticité. Si nous sommes bien informés, seules de tous les chemins de fer russes, les lignes du Sud-Ouest ont formellement adopté ce système, qu'elles pratiquent déjà depuis plusieurs années. Nous empruntons, sur ce sujet, à l'article de

M. l'ingénieur Demtchinsky, publié en 1893 dans l'*Ingénieur* de Kiev, les renseignements suivants :

Si nous ne nous trompons, il n'y a en Russie qu'une Société de chemins de fer qui ait accordé toute l'attention désirable à la répartition automatique du matériel roulant des marchandises, c'est celle du Sud-Ouest. L'expression même « répartition des wagons » semble indiquer le moyen de remplir cette tâche, savoir : expédier les wagons là où l'on en ressent le besoin, d'un point où, selon les calculs du jour, il y en a de disponibles. A une certaine heure du jour, chaque station informe la section du service de l'exploitation, chargée de la répartition des wagons, du nombre de wagons dont elle a besoin à un certain moment, ou, au contraire, de celui dont elle peut disposer. C'est d'après ces informations, et même par le télégraphe, que s'effectue la répartition des wagons. *Ce moyen de répartition* des wagons par des commandes (*système passif*) *se pratique sur la plupart de nos lignes*. Outre que tous les agents du service de l'exploitation sont déjà sans cela surchargés d'une masse de rapports, d'ordres et d'informations, il importe encore de prendre en considération les conséquences inévitables qui résultent de cet état de choses : 1° Il se passe un intervalle plus ou moins long, selon les conditions locales, entre l'information de la station et le moment de la réception de l'ordre d'envoi des wagons. Cet intervalle est donc une perte de temps pour le mouvement des marchandises; 2° les marchandises stationnent à la gare jusqu'à l'arrivée des wagons destinés à cette station, tandis qu'il passe peut-être des wagons vides destinés à une autre station ; par conséquent, le transport des marchandises éprouve un retard ; 3° le chemin de fer supporte des frais inutiles pour renforcer le personnel des télégraphes, ainsi que du chef de l'avarie des marchandises qui attendent les wagons qui leur sont destinés. En outre, il arrive que la situation change pendant l'intervalle qui s'écoule entre le rapport de la station et la réception de l'ordre ; il en résulte alors un envoi inutile de matériel roulant ; d'un autre côté, le chargement obligatoire sur les wagons prescrits amène des encombrements à l'époque des grandes affluences de transports.

Toutes ces circonstances prouvent que le mode de répartition du matériel roulant sur commande, si commode et si simple à première vue, est loin d'être parfait, et on peut affirmer que les pertes qu'il entraîne croissent en proportion de la longueur des lignes. Pour éviter ces inconvénients, il faut organiser les choses de manière à avoir toujours des wagons disponibles là où le besoin s'en fait ou peut s'en faire sentir, en d'autres termes, de sorte que les wagons existent pour les marchandises et non les marchandises pour les wagons. Nous avons appelé plus haut cette répartition du matériel roulant « automatique », car, d'après ce système, les wagons semblent se rendre d'eux-mêmes, d'après un ordre établi une fois pour toutes, au lieu où l'on en a justement besoin.

D'après des renseignements récents, le mode automatique de fournir les stations de wagons vides s'est établi de fait sur un grand nombre de lignes où les directions des courants de marchandises sont bien déterminés, par exemple sur celles d'Orel-Vitebsk, de Dvinsk-Vitebsk ainsi que de Moscou-Riazan, et, en partie, sur celles de Nicolas, de la Vistule, etc.

Mais le principe de l'automaticité dans la répartition des wagons vides n'est catégoriquement énoncé que dans les règlements des chemins de fer du Sud-Ouest, qui sont tout à fait identiques à ceux du chemin de fer français de la Méditerranée.

Centralisation ou décentralisation du pouvoir répartiteur. — a) *Concernant la répartition des wagons vides*. Sur la plupart des lignes à système passif de la répartition des wagons vides, il existe auprès de la direction centrale du service du mouvement une cen-

tralisation nominale du pouvoir répartiteur. Quoique, en réalité, cette charge n'incombe généralement qu'aux contrôleurs locaux de l'exploitation, le principe de décentralisation n'en est pas moins catégoriquement énoncé dans les règlements des lignes qui ont des chefs de service spéciaux pour le service du mouvement; b) *Concernant l'expédition des wagons vides ou chargés avec destination pour telles ou telles stations.* Ces dispositions, qui sont presque toujours inséparables du droit de mettre en marche ou de décommander des trains de marchandises supplémentaires, sont concentrées sur la plupart des chemins de fer entre les mains des employés qui ont le droit de disposer du matériel roulant vide. Ce n'est qu'à titre d'exception que ce droit est conféré à des stations répartitrices particulières sur les chemins de fer du Sud-Ouest, de Saint-Pétersbourg-Varsovie, de Nicolas et sur quelques chemins au delà de Moscou.

Renseignements sur la situation du matériel roulant et sur l'utilisation des wagons dans les trains et aux stations. — La réunion des renseignements fournis sur les wagons, ainsi que la manière de se les procurer, dépend directement de la nature des pouvoirs répartiteurs accordés aux chefs de gare, ne fût-ce que pour ce qui concerne le matériel roulant de leur propre gare. Sur la plupart des chemins de fer, les chefs de gare ont le droit de disposer des wagons déchargés dans leur station, pour satisfaire à leurs besoins, sans en demander l'autorisation au bureau répartiteur; celui-ci ne dispose de fait que des wagons vides que les chefs de gare mettent à sa disposition. Dans ces conditions, la demande effective des jours suivants se réduit à la quantité de wagons disponibles, ou qui vont l'être, et qui sont déjà dans les stations. Il y a très peu de lignes, comme, par exemple, celles de Saint-Pétersbourg-Varsovie, de la Baltique et quelques autres, qui réduisent les besoins à venir au nombre de wagons chargés qui doivent arriver les jours suivants. Cela provient des grandes distances que les convois ont à franchir, ce qui diminue les chances de l'arrivée exacte des wagons attendus par tel ou tel train. Cela provient encore davantage de la prédominance des transports en masses, dont le déchargement à délai fixe n'est pas toujours possible ni pour les chemins de fer ni pour les expéditeurs.

La plupart des chemins de fer russes ne demandent pas de renseignements sur le compte des stations de destination des wagons chargés à expédier; mais, par contre, ils exigent presque tous des indications détaillées sur le nombre de wagons à décharger et à vide, occupés et libres. Ces renseignements sont transmis par le télégraphe, au bureau répartiteur, rarement plus d'une fois par jour, principalement le matin et le soir, et parfois à midi et à minuit.

Conformément aux renseignements publiés en 1884 dans le journal *Les chemins de fer*, par M. A.-A. Radzig, les renseignements sur l'utilisation du matériel roulant s'obtiennent sur les chemins de fer russes d'après les données : 1° de la statistique du parcours du matériel roulant, et 2° du compte rendu quotidien des stations sur l'emploi du matériel roulant (par écrit et télégraphiquement ou seulement par écrit).

La répartition du matériel roulant, conformément aux nécessités d'une bonne utilisation (fixation et changement de l'horaire des trains, ordres d'expédition de wagons chargés et vides) s'opère directement par l'Administration centrale sur les lignes de faible parcours, ou par les

organes locaux (chefs de section, contrôleurs de l'exploitation, chefs de gares d'aboutissement ou de raccordement) sous la direction générale de l'Administration centrale sur les lignes de grande étendue ou ayant de nombreux embranchements.

L'application de ces principes généraux au travail des différentes lignes varie suivant la diversité des conditions et le caractère du trafic de ces chemins de fer; elle dépend aussi de la manière dont l'Administration envisage la question.

On peut s'y prendre de différentes manières pour arriver au degré de précision voulue dans le calcul de l'utilisation du matériel roulant; il va sans dire qu'on doit donner la préférence à celle qui résoudra le problème de la manière la plus simple. Sous ce rapport, la pratique des chemins de fer russes, qui ont le trafic le plus actif et le plus compliqué, a démontré la défectuosité du calcul de l'utilisation du matériel roulant basé sur les informations requises par voie télégraphique relativement à l'effectif et aux demandes de matériel roulant; les télégrammes nécessaires, étant donné surtout le grand nombre de catégories de matériel roulant, présentent en effet de grandes difficultés de transmission.

C'est pour ces raisons que la plupart des chemins de fer russes se basent, pour les ordres à donner concernant la répartition du matériel roulant, sur les communications écrites et non télégraphiques des stations. D'après l'auteur, ce procédé répond à toutes les exigences et pourrait être introduit sur toutes les lignes sans exception.

Mode de groupement des renseignements et transmission des ordres. — Les renseignements reçus par le télégraphe sont insérés par les télégraphistes de la station centrale sur une feuille de situation télégraphique, servant de base à l'établissement de la balance des wagons. Ce n'est que sur un très petit nombre de lignes que ces renseignements sont portés dans des journaux spéciaux sous la forme de situation collationnée, ou qu'il est fait usage des rapports écrits dont M. Radzig fait mention dans son article.

Quant aux dispositions que l'on prend ensuite sur les lignes à système de répartition passive, elles peuvent être rangées en deux catégories.

Sur les lignes de la *première catégorie*, le bureau répartiteur central se contente de faire connaître aux gares le nombre et le genre de wagons vides (et chargés) devant être expédiés à telle ou telle station, sans se soucier de laisser dans ce but des places dans les trains ou de former des trains supplémentaires; ce soin relève directement des chefs de service locaux qui reçoivent, des stations de leur rayon, les renseignements indispensables concernant les wagons prêts à être expédiés, comme cela se pratique sur la ligne de Saint-Pétersbourg-Varsovie.

Sur les lignes de la *deuxième catégorie*, le chef de service local, donnant ses ordres pour l'envoi des wagons, indique en même temps le nombre et le numéro du train par lequel l'expédition doit avoir lieu. C'est ce type qui prédomine sur le réseau des chemins de fer russes.

Matériel des wagons. — On comprend sous ce titre les prélarts, les cordes et autres accessoires pour le transport des bestiaux et des marchandises (stalles, poteaux, anneaux, etc.), dont on se sert dans le trafic commercial. Peu de lignes étendent à ces objets les règles de répartition du matériel roulant, préférant les inscrire dans l'inventaire de certaines stations, où les stations destinataires les renvoient après le déchargement des marchandises, sans que le bureau répartiteur en fasse une mention spéciale.

2. — Utilisation réciproque et échange des wagons avec ou sans délai de retour.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — L'organisation de l'utilisation réciproque du matériel roulant est un aussi grand, si ce n'est même un plus grand service rendu au pays par les conférences de chemins de fer russes, que celui de l'organisation des communications directes. En Russie, il existe diverses opinions au sujet du système en vigueur pour l'administration des wagons, mais personne n'a jamais contesté l'importance du principe du développement des communications sans transbordement actuellement adopté. Aujourd'hui, un parc de wagons de plus de 294,000 essieux est à la disposition générale d'un réseau de 27,238 verstes avec 50 Administrations, sans aucune restriction dans l'emploi des wagons, pour des raisons d'espèces de marchandises ou de rayons de circulation.

ORDRE DE TRANSMISSION DES WAGONS, OBLIGATION D'ÉCHANGE, NUMÉROTAGE DES WAGONS, TARE, CAPACITÉ DES WAGONS, UTILISATION DES WAGONS ÉTRANGERS, RESTITUTION DES WAGONS A LA LIGNE PROPRIÉTAIRE, RÉPARATION DES VÉHICULES ÉTRANGERS ET RÈGLEMENTS DE COMPTES ENTRE LES CHEMINS DE FER. — Pour ce qui concerne cette question, nous empruntons les détails suivants à la brochure de M. A.-A. de Wendrich, *Utilisation des wagons à marchandises en Russie.*

Dès 1869, quand pour la première fois, sur l'initiative du ministre des voies de communication, on convoqua une conférence des délégués des chemins de fer, dans le but d'organiser des communications directes pour les trains de marchandises et d'éviter, du même coup, les encombrements qui avaient alors lieu dans plusieurs stations, on posa les bases de la *répartition des chemins de fer en groupes*, avec défense de confondre les wagons d'un groupe avec ceux d'un autre. Puis, à partir du 1er juillet 1889, pour éviter le transbordement des marchandises qui parcouraient des chemins de fer reliés entre eux et ayant le même écartement de voie, on établit l'utilisation réciproque du matériel roulant et l'échange des wagons d'un chemin de fer à l'autre sur les bases d'une convention générale.

Cette convention comprend des règles générales, obligatoires pour tous les chemins de fer, concernant les conditions de remise des divers genres de véhicules à marchandises d'une ligne à l'autre, leur inspection technique, les conditions de l'entretien et de l'échange des pièces de rechange, le renvoi des wagons au chemin de fer propriétaire, les décomptes relatifs à l'utilisation réciproque des wagons, etc.

La remise du matériel roulant d'une ligne à l'autre s'opère :

a) Par l'échange réel sans délai de retour (wagon pour wagon);

b) Par l'échange réel avec délai de retour;

c) Avec renvoi dans un délai déterminé sans échange.

L'échange se fait distinctement par catégories de wagons fermés et de plates-formes.

Les wagons ouverts ou trucs chargés de charbon ou de minerai sont échangés également contre des wagons fermés dans toutes les directions.

L'utilisation du matériel roulant reçu en échange réel ne donne lieu à aucune redevance. Quand la remise et la prise en charge des wagons ont lieu avec délai de retour, une redevance est fixée par les conventions générales entre les lignes intéressées en faveur du chemin propiriétaire.

Le renvoi des wagons avec délai de retour s'effectue par les mêmes lignes et les mêmes points de jonction par lesquels ils ont été expédiés chargés.

Tout wagon avec délai de retour doit parcourir 120 verstes en vingt-quatre heures. Toute fraction de parcours au-dessous de 120 verstes compte également pour vingt-quatre heures. Pour chaque remise et prise en charge de wagon entre deux lignes voisines, on ajoute une journée au délai de parcours. Il est accordé vingt-quatre heures pour le déchargement dans les stations d'arrivée et deux jours pour le rechargement.

En cas de retard dans le renvoi des wagons, les chemins de fer en faute payent, à la ligne propriétaire, 3 roubles par jour pour chaque wagon reçu sans échange réel et 1 r. 50 c. pour chaque wagon reçu en échange réel.

Aux délais de retour sont ajoutés des délais pour causes diverses prévues par la convention.

L'inspection technique des wagons présentés dans les gares de contact doit être faite dans l'espace d'une heure pour chaque groupe de trente wagons (à défaut d'arrangement spécial); en cas de livraison d'une quantité plus grande, les délais de la prise en charge sont augmentés en proportion. Les wagons reçus au point de vue technique sont expédiés à la station de prise en charge accompagnés d'un facteur et des documents requis.

L'inspection des wagons au point de vue commercial (vérification des documents, des plombs et du nombre de colis) à la station de prise en charge, doit être accomplie dans un délai de trois heures, à partir du moment de leur arrivée dans cette gare.

La prise en charge des wagons vides à la station de raccordement doit être effectuée dans le délai d'une heure (1).

Les résultats de l'échange réciproque journalier sont consignés dans un acte signé par les parties en cause, avant 10 heures du matin, le jour qui suit celui de l'échange, et cet acte signé doit être rendu à la station de remise des wagons, le même jour, avant 3 heures de l'après-midi.

La division de l'échange journalier, qui est compté de minuit à minuit, se fait au moyen d'un arrangement spécial entre les lignes intéressées.

L'échange du matériel peut s'effectuer, à la suite d'un avis préalable, vingt-quatre heures avant la remise des wagons. A défaut de cet avis, le chemin de fer cessionnaire, s'il n'a pas rendu, dans le délai d'une journée, le nombre indiqué de wagons chargés ou vides, est passible d'une pénalité de 3 roubles par jour et par wagon.

Au lieu des wagons plats chargés, 25 p. c. peuvent être rendus en wagons fermés, s'il n'y a pas d'arrangement spécial. Toute infraction est passible d'une amende de 3 roubles par jour et par plate-forme.

L'échange des wagons fermés ou plats, en vue d'une rectification des inventaires, doit être effectué dans le délai de quinze jours à partir de la demande faite par une des parties. Le non-accomplissement de cette règle donne lieu à une amende de 3 roubles par jour et par wagon.

Tout chemin de fer ayant reçu un excédent de matériel doit en informer, dans un délai de quatorze jours, le chemin de fer intéressé. Après les trois jours suivant l'expiration du délai de quatorze jours, une ligne utilisant le matériel d'une autre est passible d'une amende de 10 roubles par jour et par wagon. Les wagons en question sont restitués en dehors de l'échange ordinaire.

A défaut de preuves écrites, le chemin de fer se croyant lésé dans ses intérêts s'adresse au directeur gérant de la Conférence générale (*Obchtchiy Sièzd*) des chemins de fer, afin de faire trancher le différend, lors de la vérification générale du matériel sur tous les chemins de fer.

Un délai d'un mois est accordé pour la vérification des actes de l'échange du matériel et les décomptes; les comptes indiscutables doivent être réglés dans la première quinzaine du troisième

(1) Actuellement, l'inspection se fait à la station cessionnaire.

mois après l'échange. A partir du 16 de ce mois, tout chemin de fer n'ayant pas soldé ses comptes dans les délais fixés, est passible d'une pénalité de $^1/_{30}$ p. c. du montant total des comptes pour chaque jour de retard.

Le décompte du parcours des wagons étrangers se fait au moyen de registres de parcours envoyés au chemin de fer propriétaire, dans le délai d'un mois et quinze jours après le mois pendant lequel le parcours a eu lieu. Ces registres contiennent les numéros des wagons, la date de la remise et de la prise en charge, ainsi que le parcours total de chaque wagon (chargé ou vide) pendant le mois.

Tous les deux ans, on fait un inventaire simultané de l'effectif des wagons de chaque ligne, de même que, par ordre de la Conférence générale, on procède à la répartition du matériel sur tous les chemins de fer, afin de rétablir l'équilibre dans les balances.

Tout chemin de fer emploie le matériel étranger dans les mêmes conditions que le sien propre. Après un délai de deux ans, les wagons étrangers doivent être renvoyés chargés ou vides, pour revision technique aux chemins de fer propriétaires.

Tout chemin de fer propriétaire a le droit de réclamer son matériel, même avant l'expiration du délai de deux ans. Cette demande se fait, en indiquant les numéros, par l'intermédiaire du directeur gérant de la Conférence générale des chemins de fer, qui en informe tous les chemins de fer, d'abord par dépêches télégraphiques et ensuite par une circulaire. Le renvoi des wagons réclamés de la sorte doit être commencé dans le courant du premier mois qui suit la réception des télégrammes. Le renvoi des wagons vides effectué dans ces conditions donne lieu à une redevance de 2 copecks par verste et par essieu.

De plus, les délais suivants sont obligatoires pour la remise des wagons dont il s'agit :

1° Vingt-quatre heures, par station de raccordement de chaque ligne;

2° Vingt-quatre heures, par 60 verstes ou fraction de 60 verstes de parcours.

On paye 50 copecks d'amende par jour de retard et par wagon, avec un maximum de pénalité ne dépassant pas 300 roubles par wagons.

Tout wagon non rendu dans le délai d'une année, après l'expiration de deux ans, doit être signalé au directeur gérant de l'Association, qui fait les démarches nécessaires pour sa recherche.

L'inspection du matériel sur tout le réseau peut être confiée à des agents spéciaux désignés par les lignes propriétaires, ainsi qu'aux contrôleurs techniques attachés au bureau technique de la direction générale de la Conférence. Ces agents sont chargés de la surveillance de l'emploi régulier du matériel, c'est-à-dire de sa conservation, de son entretien, de la statistique du parcours, de la comptabilité, des magasins généraux des pièces de rechange, enfin, du règlement des différends qui surgissent dans les gares de raccordement, lors de la remise des wagons. Ils ont des attributions de contrôle, mais ne possèdent aucun pouvoir administratif.

Tous les décomptes, soit pour l'entretien, soit pour l'échange des pièces de rechange, se font conformément aux prix fixés par la convention générale.

Après le court abrégé de la nouvelle convention générale, l'auteur examine les circonstances qui se sont produites pendant vingt années de pratique sur les chemins de fer russes, et il est amené à conclure que le système d'utilisation des wagons de marchandises actuellement en usage (juin 1889) sur tout le réseau, ne répond pas encore à tout ce que l'exploitation commerciale et militaire est en droit d'exiger. Néanmoins, le grand soin mis par les délégués de la Conférence générale des chemins de fer à l'élaboration de la convention que nous venons d'exposer, prouve le désir et la tendance de résoudre cette question dans un sens qui réponde le mieux possible aux intérêts de la majorité des chemins de fer.

Un spécialiste praticien des chemins de fer, M. N.-K. Antochine, ancien chef du

service de la traction et du matériel roulant sur la ligne de Libau-Romny, a publié une notice (décembre 1890) intitulée : *De l'influence de l'échange des wagons et de leur entretien sur leur utilisation.*

Dans sa préface, M. Antochine démontre que les divers chemins de fer de l'État commencent à se trouver en contact et à former petit à petit de vastes réseaux. Cependant la pratique a démontré que la nouvelle convention générale en vigueur n'a pas écarté beaucoup d'inconvénients importants : 1° Les divers chemins de fer privés sont loin d'avoir tiré de leurs wagons de marchandises la même utilité; le maximum d'utilisation surpasse de deux et même de trois fois le minimum; 2° la réciprocité dans l'assistance mutuelle des wagons entre les différentes lignes est résultée, soit du hasard, soit des intérêts commerciaux des diverses lignes, et n'a pas toujours répondu aux intérêts du commerce, de l'économie publique, etc.; 3° la nécessité des transports directs sans transbordement a obligé les chemins de fer d'envoyer leurs wagons sur d'autres lignes qui n'étaient pas toujours disposées à faire des dépenses anormales pour leur entretien et qui cherchaient, au contraire, à les exploiter le plus possible; 4° on a remarqué les tentatives de certaines Compagnies privées de régulariser ces côtés défectueux de la convention; mais, comme cela arrive parfois, l'opposition des intérêts particuliers de certains chemins de fer retarde la solution favorable de bien des questions.

Ces heureuses tendances, selon l'avis de M. Antochine, consisteraient : *a*) dans l'établissement d'un parc commun de wagons auxiliaires; *b*) dans l'institution d'un contrôle à exercer sur l'entretien des wagons circulant sur les lignes étrangères, dans le but de faciliter les conditions d'échange des wagons et de les laisser stationner moins longtemps aux stations de raccordement; *c*) dans l'application du système adopté sur les chemins de fer de l'Europe occidentale pour la réciprocité des échanges et le renvoi des wagons dans les délais fixés.

Dans le but *d'améliorer le système actuel de l'échange des wagons*, M. Antochine propose les mesures suivantes :

1° Établir un contrôle pour la durée du stationnement de chaque wagon à la station de raccordement (ce qu'on n'exige pas actuellement);

2° Obliger de transborder d'une ligne à l'autre dans un délai de trois heures, non le wagon lui-même, mais son chargement. Le wagon étranger vide doit être renvoyé à la ligne qui a expédié la marchandise. Pour éviter le déchargement, on doit recevoir le wagon avec les marchandises qu'il contient. La réception du wagon et de son contenu doit se faire à la station du chemin cessionnaire. La station qui a reçu la marchandise en wagon doit, à terme fixe, renvoyer le véhicule vide à la station qui l'a livré. Si cette dernière reconnaît que le wagon est avarié, le chemin en contravention devra supporter les frais de réparation;

3° La réception et l'examen des documents accompagnant le chargement doivent se faire simultanément avec la réception des marchandises;

4° Les menues avaries des wagons, ne compromettant pas la sécurité du mouvement, doivent être réparées par la station cessionnaire. Les frais de réparations sont portés dans le procès-verbal au compte du chemin de fer cédant (conformément à ce qui est

établi depuis le 1er février 1890 entre la ligne Nicolas et celle de Moscou-Riazan).

Enfin, M. Antochine ajoute qu'en établissant des bureaux répartiteurs des wagons avec le système d'assistance mutuelle et de retour à délai fixe, on peut parvenir à une économie de 20 p. c. sur la quantité du matériel roulant. Il doute que l'établissement d'un parc de wagons pour le vaste réseau des chemins de fer de l'État puisse, sans modification dans le système de l'utilisation des wagons, etc., produire une économie dans l'effectif total.

M. Antochine a consacré à la question *De l'entretien des wagons* un chapitre spécial qui se trouve résumé dans une autre partie de cet aperçu.

Quant à l'organe (mentionné par M. Antochine) pour *la surveillance de l'utilisation des wagons et de leurs accessoires*, M. de Wendrich, un de nos écrivains contemporains les plus compétents en matière de chemins de fer, pense que la nécessité de son organisation ne se fera sentir que quand toutes les lignes à large voie passeront à l'État, ou bien quand le réseau des chemins de fer de l'État surpassera en étendue celui des chemins de fer privés. Alors le petit nombre de ces derniers sera forcé d'entrer en convention avec ceux de l'État. En tout cas, M. de Wendrich est d'avis que, pour obtenir le concours de tous les chemins de fer privés et de ceux de l'État à l'œuvre de l'utilisation rationnelle des wagons de marchandises pour les communications directes aussi bien qu'intérieures, il faudrait fonder un établissement central spécial (de l'État), afin de contrôler l'activité de tous les bureaux répartiteurs des différents groupes composés de chemins de fer privés et de lignes de l'État. Cette institution réglerait les comptes de l'utilisation réciproque des wagons et de leurs accessoires, et tiendrait lieu, en général, des bureaux centraux pour wagons qui existent dans différents États de l'Europe ([1]).

M. de Wendrich examine d'une manière détaillée la question relative au succès de l'utilisation d'un parc russe de wagons; il se prononce catégoriquement pour l'introduction en Russie du système étranger de l'utilisation des wagons de marchandises, avec répartition des chemins de fer en groupes particuliers et établissement de bureaux de contrôle et de répartition; il appuie son opinion sur une série d'avantages attachés à ce dernier système. Ces opinions ont suscité les objections suivantes publiées dans le journal *l'Ingénieur* (1888, 11; 1889, 1, et 1891, 2).

L'ingénieur Alexandrov, citant les principales dispositions de la convention passée entre les sept chemins de fer suisses, dont l'étendue ne s'élève guère à plus de 3,000 kilomètres, prouve que par suite de l'étendue du réseau et d'autres conditions, on ne peut appliquer aux chemins de fer russes le principe fondamental de cette convention, à savoir l'utilisation réciproque des wagons, et, par conséquent, la centralisation du pouvoir répartiteur qui dirige l'exploitation du matériel roulant tout en se trouvant éloigné de l'Administration centrale.

L'ingénieur Pavlovsky, après avoir montré les désavantages provenant de la multi-

---

([1]) Le caractère de leur activité a été exposé en détail par M. de Wendrich dans plusieurs brochures relatives à l'organisation des chemins de fer dans divers pays sous le rapport stratégique, savoir : en Allemagne, en Autriche, en France, en Italie, en Belgique, en Suède, en Danemark et en Suisse.

plicité des propriétaires de wagons et les inconvénients du système d'échange existant sur les chemins de fer russes, conclut à la nécessité de l'unification du parc des wagons par son rachat et par la reprise de son administration par l'État. La rédaction du journal *l'Ingénieur* ne partage pas cette opinion; elle se déclare en faveur de l'idée de l'impersonnalité des wagons et se prononce pour la nécessité de restreindre le nombre des points d'échange par la fusion des petites lignes en grandes compagnies.

Enfin, M. Gueorgievsky n'est pas de l'avis de M. A. Pavlovsky au sujet de la concentration du parc de wagons entre les mains du gouvernement; il recommande de conserver aux Compagnies privées la propriété des wagons, en laissant aux lignes le droit : 1° de réparer les wagons comme elles l'entendent; 2° de faire des inspections à époques fixes, hors les cas d'avaries éventuelles, aux frais du chemin de fer propriétaire, d'après un tarif élaboré par les conférences de groupes pour chaque localité, et de porter tous les travaux exécutés dans un livret spécial qui accompagnerait le wagon et que l'auteur appelle passeport ou feuille de route du wagon.

3. — Décomptes de l'effectif et de l'utilisation des wagons.

Les décomptes pour l'utilisation réciproque des wagons des chemins de fer russes (du moins des wagons à marchandises) sont basés sur un ordre déterminé de numérotage des wagons établi par la Convention générale et en vertu duquel chaque chemin de fer dispose d'une certaine série de numéros qui ne se reproduit sur aucune autre ligne.

Le premier enregistrement sur les chemins de fer russes se fait par le personnel des stations et des trains, d'après les numéros au fur et à mesure du départ et de l'arrivée des wagons, avec triage en wagons propres de la ligne considérée, en wagons étrangers, en wagons fermés, en plates-formes, en wagons-citernes, en wagons chargés ou vides, avec indication des stations d'expédition et de destination. De plus, les wagons (mais non les marchandises) circulent sur la plupart des voies sans documents spéciaux; les annotations se font d'après nature, et, sur certains chemins de fer qui ont adopté le système des cartes statistiques, chaque wagon est muni d'une feuille de route spéciale. Sur ces lignes, les inscriptions des wagons dans les journaux des stations et des trains ne comprennent que le nombre et non les numéros des wagons; elles se contentent de l'énumération des feuilles de parcours ou de leurs talons pour les wagons entrés et sortis.

Les renseignements ci-dessus sont groupés dans les registres des stations et des trains, le plus souvent d'après l'ordre chronologique, et sont clôturés chaque jour dans les stations, et après chaque voyage dans les trains. Sur très peu de lignes (par exemple sur celle de Saint-Pétersbourg-Varsovie), le moment du départ est confronté avec celui de l'arrivée, ce qui permet d'établir la moyenne du stationnement de chaque wagon à une station donnée, sans qu'il soit besoin de les démêler et de les grouper à nouveau. Le système des cartes statistiques atteint le même but en réunissant les feuilles de parcours ou leurs dossiers pour l'entrée et la sortie des wagons. Sur la ligne de

Varsovie-Vienne, on détermine en outre, au moyen de registres spéciaux, le temps de chargement et de déchargement des wagons. Les rapports des trains, à l'arrivée du convoi à la dernière station, sont présentés à la section technique ou statistique attachée à la direction centrale du service, où ils deviennent la première base du décompte des wagons. Quant aux extraits des registres des stations, ils sont présentés à ladite section le plus souvent tous les jours, mais, sur certains chemins, tous les dix ou même tous les quatorze jours (Saint-Pétersbourg-Varsovie), à titre de matériaux facultatifs. Enfin, sur plusieurs lignes, on fait des inventaires quotidiens numérotés de l'effectif des wagons en chargement, en déchargement, à expédier vides et à réparer; sur certaines lignes de petite étendue ou avec le système de décentralisation de répartition des wagons, les renseignements ci-dessus servent à la répartition du matériel roulant, s'il n'existe pas toutefois de rapports télégraphiques dans le genre de ceux dont il a été fait mention plus haut.

Une fois ces données reçues à la section statistique ou technique du service, on y fait le décompte de l'effectif du parcours des propres wagons et des wagons étrangers, en se conformant strictement à la convention pour l'utilisation mutuelle des wagons.

Sur quelques chemins de fer, les décomptes de parcours des propres wagons de la ligne considérée ne s'établissent que d'après le nombre, et non d'après les numéros des wagons. Sur les réseaux qui ont adopté le système des feuilles de route (Sud-Ouest et Libau-Romny), l'annotation du parcours des wagons d'après les numéros ne se fait pas après chaque voyage séparément, mais d'après le total des feuilles de route de chaque numéro, pendant un mois.

Dans le présent « Aperçu », vu l'impossibilité d'entrer dans plus de détails sur l'examen de tous les travaux statistiques relatifs aux décomptes des wagons, nous nous bornerons à l'énumération des renseignements statistiques insérés uniformément par tous les chemins de fer, dans les comptes rendus annuels de l'exploitation :

TABLEAU X, CHAPITRE IV (B) : 1. *Parcours des wagons et essieux de wagon.* — Parcours des propres wagons et des wagons étrangers et des essieux de wagons sur chaque réseau. Parcours général de tous les wagons et de tous les essieux, savoir : *a*) *des propres wagons et essieux de la ligne*, y compris les wagons à voyageurs et leurs essieux, les wagons à bagages et leurs essieux, les wagons-poste de service, cellulaires et de leurs essieux, les wagons à marchandises et leurs essieux; *b*) *parcours des wagons et des essieux étrangers sur le réseau considéré* (avec les mêmes subdivisions). 2. *Parcours des propres wagons et de leurs essieux sur les chemins étrangers.* 3. *Parcours des propres wagons et de leurs essieux sur la ligne considérée et les lignes étrangères* (avec les mêmes subdivisions). 4. *Répartition du parcours des propres wagons et celui des wagons étrangers, ainsi que des essieux correspondants sur la ligne considérée, selon le genre de trains; a*) trains de grande et de moyenne vitesse, et *b*) trains de petite vitesse. En outre, les renseignements des articles *a* et *b* se subdivisent en voitures à voyageurs et en wagons à marchandises et autres.

CHAPITRE VI : *Nombre de poud-verstes parcourus par la tare du matériel roulant*, en distinguant les propres wagons et les wagons étrangers sur la ligne considérée.

CHAPITRE VII : *Moyennes.* — Un voyageur-verste revient à un essieu-verste de parcours des wagons de voyageurs. Rapport entre un essieu et le chiffre moyen des places occupées et offertes dans un train de voyageurs. Un poud-verste de marchandises revient à un essieu-verste de wagon de marchandises. Rapport de la moyenne de la charge utile d'un essieu de wagon de marchandise avec la capacité d'un wagon pour un essieu. Rapport d'un wagon-verste chargé à un wagon-verste vide pour chaque direction du mouvement.

Annexe 12. — Moyenne mensuelle, établie tous les quatre mois, de la quantité de voitures de voyageurs et de wagons à marchandises expédiés ou arrivés à chaque station.

Annexe 13. — Utilisation des wagons de marchandises par mois et par direction, avec indication du chiffre total du parcours et de la moyenne du parcours des wagons chargés et vides, ainsi que de la moyenne de la charge des wagons chargés.

Ces données ne répondent entièrement ni aux besoins du gouvernement, ni aux besoins des lignes elles-mêmes.

Il reste à mentionner l'inventaire général de tous les wagons qui se fait chaque année à la même époque sur tous les chemins de fer dans les formes et d'après les règles édictées par la convention générale relativement à l'échange des wagons. Quoique ce mode de vérification de l'effectif des wagons ait donné lieu jadis à des protestations de la part de certains chemins de fer, il faut cependant reconnaître que, jusqu'à présent, c'est le plus simple, le plus satisfaisant et le seul pratique.

B. — MOUVEMENT DES TRAINS.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — L'organisation du mouvement des trains est étroitement liée aux conditions qui déterminent l'emploi économique des wagons, surtout à la faible intensité moyenne du mouvement, aux fluctuations considérables dans la quantité des marchandises expédiées en masses de certaines localités, à certaines époques et dans certaines directions, et à la moyenne considérable du parcours. Ces conditions, ne demandant pas de grandes vitesses, permettent en même temps l'emploi de trains lourds et de dimensions considérables, tels que le comporte le tracé facile en plan et en profil de la plupart des chemins de fer russes. De même la dimension des convois composés de wagons de grand tonnage et de forte capacité empêche sur la plupart des lignes, à cause des conditions défavorables du climat, l'emploi des plaques tournantes et exige la manœuvre par refoulement pour le passage des wagons d'une voie à l'autre, manœuvre qui ne demande que le déplacement des aiguilles reliant les lignes principales aux lignes de bifurcation. La longueur considérable de ces dernières augmente, à son tour, le danger de la direction en sens contraire des aiguilles symétriques souvent très éloignées de l'axe des bâtiments, ce qui entraîne la plus grande réduction possible du nombre de ces

aiguilles et les ennuis qui en résultent nécessairement dans le mouvement des convois.

En même temps, l'usage presque exclusif des wagons fermés limite l'emploi des appareils mécaniques pour le chargement et le déchargement des produits bruts. D'un autre côté, la forme, les dimensions et la disposition des magasins doivent être adaptées au système primitif (manuel) de chargement et de déchargement des marchandises transportées par grandes masses, dont la livraison et le transport se font exclusivement par des camionneurs.

Les mêmes causes qui déterminent le caractère du mouvement des convois de marchandises déterminent aussi celui des voyageurs, quoique à un moindre degré. Les grandes proportions que prennent les trains de voyageurs sont dues à la prédominance du transport des voyageurs de 3e classe, lors du déplacement en masse de légions d'ouvriers par suite du développement des professions ambulantes en Russie.

Selon la déclaration de la commission d'enquête sur l'exploitation des chemins de fer en Russie, les gares sont souvent situées sur des parties courbes de la voie et se trouvent à l'étroit dans l'espace qu'elles occupent; le dépôt des locomotives, les magasins à marchandises et le local des douanes sont souvent situés vis-à-vis du bâtiment des voyageurs. Les gares se trouvent parfois du côté opposé à la ville, ce qui entraîne la nécessité de construire des passages au travers des voies. Les plaques tournantes et les ponts à peser se trouvent non sur les voies principales, mais sur des voies d'évitement. L'impossibilité d'agrandir les gares, en cas d'augmentation du trafic, oblige d'allonger la voie de garage, ce qui entraîne une complication dans les manœuvres, des frais inutiles, des retards dans le mouvement et, en outre, des difficultés dans la surveillance. On a aussi constaté les défectuosités existant dans la pose des aiguilles par suite de la crainte qu'inspire, sur les grandes lignes, l'emploi des manœuvres par refoulement, cette manœuvre compliquant le mouvement et gênant l'arrêt des trains sur les voies de garage. Les voies de chargement et de déchargement sont souvent disposées de manière à entraver la sortie des wagons particuliers, qui ne peut alors s'effectuer sans interrompre le trafic sur toute la ligne. Le peu de développement du mouvement des voyageurs a aussi pour résultat la confusion des voies servant à la composition et à l'expédition des trains de voyageurs et de marchandises, l'insuffisance de spécialisation des différentes parties des faisceaux de voies, le peu de raison d'être des dispositions adoptées pour les aiguilles et les bâtiments des gares, l'absence sur les voies de chargement et de déchargement de dispositions pour l'évacuation des wagons et, enfin, la difficulté d'avoir un éclairage suffisant pour les voies des gares. La commission conclut en même temps que l'un des obstacles à la régularité et à l'économie de l'exploitation réside dans les pentes trop fortes de certains chemins, qui résultent des faibles dépenses d'établissement faites au début. On s'est aussi écarté considérablement, pour les courbes, du rayon de 300 sagènes, limite extrême favorable au mouvement; les courbes sont trop fréquentes; en outre, il y a insuffisance dans les moyens de transmission d'une voie à l'autre, et enfin, pour ce même motif, on ne dispose pas, en cas de retard des trains, de

la réserve de temps fixée par les graphiques. Il faut ajouter à tout cela le peu de développement des signaux qui se bornent presque exclusivement à l'usage du télégraphe Morse, et, en général, le maigre outillage mécanique des lignes, provenant du bon marché relatif de la main-d'œuvre. On s'expliquera donc facilement la tendance générale des directions de chemins de fer russes à masquer le défaut de procédés techniques et d'outillage par l'abondance du personnel et son cortège inévitable — la réglementation minutieuse de toutes les formalités du mouvement, qui rappelle fort certains chemins de fer autrichiens. Cette ressemblance vient en partie de ce que les deux pays ont eu pour organisateurs de l'exploitation de leurs chemins de fer, des ingénieurs et des administrateurs français, qui ont pris pour modèles les chemins de fer de leur pays, dont le mouvement considérable, joint au génie administratif de la nation, explique le luxe de réglementation.

1. — Règlements généraux pour le mouvement des trains à voie unique et à double voie.

Classification des trains et vitesse du mouvement. — D'après la classification officielle du § 66 des règlements du mouvement, approuvés par le ministre des voies de communication en 1883, les trains se divisent : d'après leur vitesse, en train de grande, de moyenne et de petite vitesse; d'après le genre de transport en trains des transports commerciaux (trains express, trains-poste, trains de voyageurs et trains de marchandises), trains des transports militaires et trains des transports en service; d'après le genre de communication, en trains de communication directe, trains de correspondance avec d'autres lignes et trains de communication locale; et, enfin, en trains prévus et non prévus par les tableaux normaux de la marche des trains. Le tableau suivant indique le nombre et le parcours des trains des différentes catégories pendant la dernière période décennale ·

Nombre, parcours et composition des trains sur les chemins de fer russes.

A	Longueur des lignes exploitées et ouvertes au public à la fin de 1891 (1).	TRANSPORTS COMMERCIAUX. GRANDE ET MOYENNE VITESSE. Trains express pour la Famille Impériale et les particuliers. Nombre.	Trains express pour la Famille Impériale et les particuliers. Parcours.	Trains rapides et courriers. Nombre.	Trains rapides et courriers. Parcours.	Trains-poste et trains de voyageurs. Nombre.	Trains-poste et trains de voyageurs. Parcours.	Trains de marchandises, de voyageurs et mixtes. Nombre.	Trains de marchandises, de voyageurs et mixtes. Parcours.	Total. Nombre.	Total. Parcours.
	Verstes.		Verstes.		Verstes.		Verstes.		Verstes.		Verstes.
1890	(26,679) 27,238	1,164	113,611	20,021	4,256,189	143,894	23,796,810	148,063	13,940,042	313,142	42,106,652
1889	(26,314) 26,554	947	91,208	19,670	3,875,864	137,887	22,994,578	137,953	12,618,407	296,457	39,580,057
1888	(25,574) 26,133	1,125	125,421	18,541	3,787,020	134,502	22,113,604	118,926	11,882,823	273,094	37,908,868
1887	(24,780) 25,367	904	91,814	11,851	3,434,591	117,824	22,522,064	92,412	10,925,700	222,991	36,974,169
1886	(24,295) 24,508	1,180	108,450	11,721	3,516,609	117,726	23,000,284	89,538	9,954,053	220,165	36,579,396
1885	(23,535) 24,041	974	69,055	12,618	3,848,168	108,272	22,888,300	93,493	9,603,373	215,357	36,408,896
1884	(22,507) 23,039	1,072	70,783	12,747	3,446,371	109,095	23,157,557	87,570	8,896,583	208,484	35,571,274
1883	(21,901) 22,215	759	69,121	13,867	4,065,438	106,962	23,151,174	82,230	8,227,780	203,818	35,513,513
1882	(21,321) 21,593	757	50,978	14,085	4,392,253	110,924	22,839,108	83,465	8,774,405	204,472	36,028,194
1881	(21,231) 21,262	724	70,196	18,583	4,124,894	114,730	23,097,231	73,412	8,187,865	202,485	35,480,176
1880	(21,126) 21,226	974	100,960	9,759	3,759,974	101,806 (19,095 v.)	23,280,107	58,402 (19,095 v.)	7,961,931	170,941	35,102,972
1879	(20,731) 21,101	1,321	202,645	9,855 (18,700)	3,271,802	94,287 (18,700 v.)	24,246,248	53,266 (18,700 v.)	6,690,621	158,740	34,411,319

En général sur les chemins de fer privés et ceux de l'État, non compris : le chemin de fer Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,759 verstes).

(1) Les chiffres entre parenthèses renseignent la longueur moyenne exploitée.

Nombre, parcours et composition des trains sur les chemins de fer russes.

B	TRANSPORTS COMMERCIAUX. PETITE VITESSE. Trains de marchandises.		Trains de transbordement.		Trains d'ouvriers payés par les entrepreneurs ou par des crédits spéciaux.		TOTAL.		TRANSPORTS MILITAIRES. Avec chefs.		Service médical.		Avec bagages.		TOTAL.	
	Nombre.	Parcours.	Nombre	Parcours.	Nombre.	Parcours.	Nombre	Parcours.	Nombre	Parcours.	Nombre.	Parcours.	Nombre.	Parcours.	Nombre.	Parcours.
		Verstes.		Verstes.		Verstes.		Verstes.		Verstes.		Verstes		Verstes		Verstes.
1890	590,568	74,997,751	109,801	628,838	2,032	60,079	702,401	75,686,658	7,154	998,548	2	314	...	...	7,156	998,862
1889	585,948	76,403,308	118,206	632,855	1,363	50,147	705,517	77,086,310	4,934	779,201	2	314	2	34	4,938	779,549
1888	592,823	76,707,972	116,702	579,070	2,815	89,497	712,340	77,376,539	6,495	946,067	2	314	...	...	6,497	946,381
1887	471,742	68,025,270	113,645	612,631	3,270	109,765	588,657	68,747,666	4,000	679,895	2	314	2	938	4,004	681,147
1886	402,148	59,189,257	110,190	559,273	2,844	24,025	515,192	59,793,555	4,755	793,653	2	314	13	1,894	4,770	795,861
1885	402,465	61,596,695	99,428	506,773	6,011	176,198	507,897	62,279,666	3,646	361,719	2	314	260	8,157	3,908	670,190
1884	380,695	61,268,691	83,317	484,237	2,644	199,420	466,656	61,952,448	3,591	638,884	2	314	6	714	3,599	639,912
1883	370,126	62,125,546	82,236	450,838	1,666	82,292	454,026	62,658,676	3,634	730,700	2	314	11	969	3,647	731,983
1882	336,677	56,202,989	73,509	399,534	1,917	129,348	412,103	56,731,871	3,066	606,225	2	314	17	1,623	3,085	608,162
1881	307,538	52,831,456	62,662	301,947	5,871	120,858	373,071	53,254,261	3,469	869,433	3	314	34	2,956	3,506	672,703
1880	252,127 (19,095 v.)	51,330,720	41,600 (19,095 v.)	232,520	4,060	244,859	297,787	51,808,099	3,026 (19,025 v.)	1,747,464	1	157	62	5,602	3,089	1,753,223
1879	269,118 (18,700 v.)	57,206,823	51,060 (18,700 v.)	222,993	3,932	150,815	321,410	55,870,731	4,029 (18,700 v.)	2,192,228	265	67,891	34	3,762	4,328	2,263,881

(Années 1890–1879 : En général sur les chemins de fer privés et ceux de l'État, non compris : le chemin de fer Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,759 verstes).)

N. B. — Les chiffres entre parenthèses renseignent la longueur moyenne exploitée.

Nombre, parcours et composition des trains sur les chemins de fer russes.

C	TRANSPORTS EN SERVICE (employés, ouvriers et matériaux de l'exploitation même). Trains d'employés, d'ouvriers, de directeurs, d'inspecteurs et de l'administration.		Trains de matériaux.		Trains de ballast		Trains de terrassements.		TOTAL.		TOUS LES TRAINS EN GÉNÉRAL.		EN POUR-CENT DU PARCOURS TOTAL DES TRAINS. Transports commerciaux.		Transports militaires.	Transports en service.
	Nombre	Parcours.	Nombre	Parcours.	Nombre	Parcours.	Nombre.	Parcours.	Nombre	Parcours.	Nombre.	Parcours.	Grande et moyenne vitesse.	Petite vitesse.		
		Verstes.		Verstes.		Verstes.		Verstes.		Verstes.		Verstes.				
1890	24,606	1,010,906	30,381	1,318,405	101,339	2,827,718	2,412	47,092	158,735	5,204,121	1,181,434	123,996,303	33.96	61.04	0.81	4.19
1889	18,801	917,547	32,139	1,417,693	75,440	2,410,724	3,004	69,071	129,384	4,815,035	1,136,296	122,260,951	32.37	63.17	0.64	3.94
1888	19,919	927,680	27,049	1,135,094	63,118	2,005,546	2,449	66,437	112,535	4,134,754	1,104,466	120,366,542	31.49	64.28	0.79	3.44
1887	15,219	745,351	22,010	1,039,472	63,840	2,080,417	1,706	34,619	102,776	3,899,859	918,428	110,302,841	33.51	62.33	0.62	3.54
1886	17,383	785,542	24,549	1,127,005	63,955	1,966,068	2,412	54,107	108,299	3,932,722	848,426	101,101,534	36.18	59.14	0.79	3.89
1885	18,908	741,258	22,136	955,668	62,673	1,829,541	5,941	189,670	109,658	3,716,137	836,820	103,074,889	35.32	60.42	0.65	3.61
1884	16,378	683,488	27,766	1,184,669	55,251	1,549,052	5,617	226,462	105,012	3,643,671	783,751	101,807,305	34.93	60.85	0.63	3.59
1883	18,522	778,628	26,783	1,159,688	46,862	1,507,103	5,250	186,644	97,417	3,633,162	758,908	102,537,334	34.64	61.11	0.71	3.54
1882	14,744	675,265	28,602	1,149,871	45,992	1,613,677	5,966	926,958	95,304	3,666,771	714,964	97,034,998	37.13	58.47	0.62	3.78
1881	14,649	667,315	30,996	1,501,035	52,858	1,570,498	6,317	219,345	104,820	3,958,193	683,882	93,365,346	37.99	57.05	0.72	4.24
1880	12,350 (19,005 v.)	503,153	31,884 (19,095 v.)	1,771,708	61,722	1,845,109	7,267	229,528	113,183	4,359,498	585,000 (19,095 v.)	93,023,792	..	...	...	...
1879	9,775 (18,700 v.)	472,276	36,735 (18,502 v.)	1,702,627	63,621	1,770,145	6,435	182,692	116,566	4,127,709	603,744 (18,700 v.)	98,383,540	...	...	...	...

Pour les années 1890 à 1879 : En général sur les chemins de fer privés et ceux de l'État, non compris : le chemin de fer Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,73½ verstes).

N. B. — Les chiffres entre parenthèses renseignent la longueur moyenne exploitée.

Nombre, parcours et composition des trains sur les chemins de fer russes.

D		COMPOSITION MOYENNE DES TRAINS.												NOMBRE MOYEN DE TRAINS PAR VERSTE ET PAR JOUR.					
		TRANSPORTS COMMERCIAUX.				TRANSPORTS MILITAIRES.		TRANSPORTS EN SERVICE.				TOTAL DES TRAINS.		TRANSPORTS COMMERCIAUX.		TRANSPORTS DE TROUPES.	TRANSPORTS EN SERVICE.	Total de tous les trains.
		Grande et moyenne vitesse.		Petite vitesse.				Avec trains d'ouvriers, d'employés, ainsi que de direction, d'inspection et de l'administration.		Autres.								
		Wagons.	Essieux.	Wagons.	Essieux.	Wagons.	Essieux.	Wagons.	Essieux.	Wagons.	Essieux.	Wagons.	Essieux.	Grande et moyenne vitesse.	Petite vitesse.			
En général sur les chemins de fer privés et ceux de l'État, non compris : le chemin de fer Transcaspien (1,343 verstes,) qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,759 verstes).	1890	...	36.42	...	64.91	...	58.63	...	62.40	...	48.73	...	54.62	4.39	7.88	0.10	0.54	12.91
	1889	...	37.54	...	63.45	...	58.03	...	65.51	...	44.90	...	54.27	4.17	8.13	0.08	0.51	12.89
	1888	...	36.83	...	63.40	...	57.18	...	26.76	...	31.71	...	54.33	4.12	8.40	0.10	0.45	13.07
	1887	...	36.61	...	62.82	...	57.57	...	73.03	...	44.14	...	53.54	4.14	7.70	0.08	0.44	12 36
	1886	..	35.58	...	60.72	...	55.01	...	80.68	...	33.52	...	50.96	4.18	6.84	0.09	0.45	11 56
	1885	...	30.56	...	63.63	...	54.86	...	64.13	...	39.80	...	50.92	4.30	7.35	0.08	0.44	12.17
	1884	...	...	...	...	...	...	...	..	..	...	23.70	50.98	4 39	7.65	0.08	0.34	12.56
	1883	..	...	...	..	...	...	...	...	...	...	23.23	50.02	4.50	7.94	0.09	0.46	12.99
	1882	...	..	...	..	...	...	...	...	...	...	22.07	47.70	4.63	7.29	0.07	0.47	12.46
	1881	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4.58	6.87	0.09	0.51	12.05
	1880	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..	...	4.59	6.78	0 23	0.57	12.17
	1879	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4.61	7.72	0.30	0.55	13.18

Ces tableaux montrent que, pendant ces dix dernières années, le parcours des trains *des transports commerciaux* de grande et de moyenne vitesse s'est accru de 34 à 42 millions de verstes; celui de petite vitesse, de 55 à 75 millions; le parcours des trains *des transports militaires* est tombé de 2,263,000 à 998,000; celui *des transports en service* s'est élevé de 4 à 5 millions; en outre, proportionnellement au parcours de tous les convois, *le mouvement des marchandises* de grande et de moyenne vitesse a varié de 31 à 37 p. c.; celui de la petite vitesse, de 57 à 63 p. c.; celui *des transports militaires*, de 0.62 à 0.81 p. c., et *les transports en service*, de 3.44 à 4.24.

Composition moyenne des trains en essieux : *le mouvement commercial* de grande et de moyenne vitesse s'est élevé de 30.56 à 36.42; de petite vitesse, de 63.63 à 64.91; *les transports de troupes*, de 54.86 à 58.63; *les transports en service*, de 64.13 e' 39.80 à 62.40 et 48.73, et, en général, celui de tous les trains, de 47.70 à 54.62. Nombre moyen des trains par verste et par jour pour la même période de temps : *mouvement commercial*, grande et moyenne vitesse, de 4.61 à 4.39; petite vitesse, de 7.72 à 7.88; *transports militaires*, de 0.30 à 0.10; *transports en service*, de 0.55 à 0.54, et pour tous les trains en général, de 13.18 à 12.91 trains par jour.

Il en résulte qu'en comptant d'après le nombre des train-verstes et en ne prenant pas en considération les conditions exceptionnelles de la dernière guerre d'Orient, l'intensité moyenne du mouvement ne progresse presque pas, tandis que la composition des trains de marchandises (grande et moyenne vitesse) augmente sensiblement, probablement sous l'influence de l'ouverture des lignes secondaires avec un nombre considérable de trains mixtes.

En même temps, la composition des trains de petite vitesse ne dépasse par 64.91 essieux, ce qu'expliquent les fluctuations considérables suivant le temps et les lieux dans le mouvement des marchandises.

Les données suivantes, se rapportant à l'année 1890, peuvent en donner une idée :

NOMBRE DE LIGNES.	Proportion relative de la recette brute d'un mois avec mouvement maximum à celle d'un mois avec mouvement minimum
31	De 1 à 2
19	De 2 à 3
5	De 3 à 4
2	De 4 à 5
1	De 5 à 6
2	De 6 à 7
1	20

On peut juger de la vitesse correspondant aux catégories de trains cités plus haut par l'article de M. Pratique, publié dans le *Jélieznodorojnoïé Diélo*, n°s 37 et 38, de 1890, et intitulé : *Vitesse du transport des voyageurs des trois premières classes sur les chemins de fer russes*. La vitesse y a été comptée, pour la plupart des chemins de fer du réseau russe, d'après les horaires de l'été de 1890; mais les résultats obtenus

peuvent tout aussi bien s'appliquer à la saison d'hiver, car, depuis plusieurs années, il n'existe plus de différence sur certaines lignes entre l'horaire d'hiver et celui d'été, et sur les autres, cette différence est insignifiante. Les résultats des calculs sont reportés dans le tableau ci-dessous, où tous les trains de voyageurs sont répartis en six catégories d'après leur vitesse commerciale, c'est-à-dire leur vitesse calculée sans défalcation du temps d'arrêt aux stations.

CATÉGORIES DES TRAINS.	VITESSE DES TRAINS EN VERSTES PAR HEURE.	PARCOURS QUOTIDIEN DE TOUS LES TRAINS DE CHAQUE CATÉGORIE.	
		Verstes.	En p. c. du parcours quotidien de tous les trains.
1	Plus de 40	4,426.1	3.31 p. c.
2	De 35 à 40	7,693.7	5.76 id.
3	De 30 à 35	26,299.4	19.68 id.
4	De 25 à 30	36,361.4	27.22 id.
5	De 20 à 25	35,877.3	26.85 id.
6	Moins de 20	22,946.5	17.18 id.
	Total. . . .	133,604.4	100.00 p. c.

Il n'y a que trois lignes, celle de Nicolas, de Saint-Pétersbourg-Varsovie et du Sud-Ouest qui aient des trains avec une vitesse de *plus de 40 verstes à l'heure*. Ces lignes transportent avec cette vitesse les voyageurs de 1re et de 2e classe dans les trains express, ainsi que les voyageurs de 3e dans les trains locaux aux environs de Saint-Pétersbourg. Dix chemins de fer ont des trains avec une vitesse de *35 à 40 verstes* à l'heure ; ce sont : des trains-poste et des trains express avec voitures de 1re et 2e classe des lignes de Varsovie-Vienne, de Terespol, de Brest, de Finlande et du Sud-Ouest ; les trains directs des lignes de Moscou-Brest, de Moscou-Riazan, de Riazan-Koslov et de Saint-Pétersbourg-Varsovie avec wagons des trois classes et quelques trains locaux près de Saint-Pétersbourg sur les lignes de la Baltique et de Saint-Pétersbourg-Varsovie.

Les trains ont une vitesse *de 30 à 35 verstes à l'heure* sur vingt-deux chemins ; cinq d'entre eux (Baltique, Koursk-Kiev, Losovo-Sébastopol, Moscou-Koursk et Moscou-Nijni-Novgorod), ne prennent dans les trains directs de cette vitesse que des voyageurs de 1re et de 2e classe. Cependant quelques lignes (Baltique, Mitau, Vistule) trouvent la possibilité de donner la même vitesse aux trains mixtes et aux trains omnibus, sans parler des trains locaux avec wagons de 1re, 2e et 3e classe. Sur quatorze lignes, les trains les plus rapides ne font *pas plus de 30 verstes à l'heure*. Ce sont les chemins de fer Vladicaucase, Griazi-Tsaritzyne, Transcaucase, Koursk-Kharkov-Azov, Libau-Romny, Iaroslav, Orenbourg, Pskov-Riga, Riga-Toukoum, Syzrane-Viasma, Tambov-Saratov, Fastov, Kharkov-Nicolaïev et Chouïa-Ivanovo. Toutes ces lignes ont, dans les trains dont il s'agit, des wagons de 1re, 2e et 3e classe ; excepté celle de Koursk-Kharkov-Azov, qui n'a dans ses trains n°s 1 et 2 que des voitures de 1re et de 2e classe avec une vitesse de 29.9 et 29.6 verstes à l'heure.

Ensuite, la plus grande vitesse des trains n'est que *de 25 verstes à l'heure* sur les onze

lignes suivantes : Borovitchi, Donétz, Transcaspien, Lodz, Mourom, Novgorod, Novotorjok (avec celle de Rjev-Viasma), Orel-Griazi, de Poléssié, Samara-Oufa et Oural. Bien des trains mixtes font *de 20 à 25 verstes à l'heure*, et même, chose étrange, beaucoup de trains-poste n'en font pas davantage (sur les lignes du Transcaspien, de Ivangorod-Dombrova, Kozlov-Voronège-Rostov, Koursk-Kharkov-Azov, Libau-Romny, etc.). Enfin, plusieurs trains mixtes, quelques trains-poste et beaucoup de convois de marchandises avec wagons de 3e classe sur les lignes de Finlande et de Baskountchak font moins de *20 verstes à l'heure.* D'après les renseignements recueillis par l'auteur, il y a trois chemins de fer en Russie, où la plus grande vitesse est de *moins de 20 verstes à l'heure;* ce sont ceux de Livny, de Ecatherinoslav et de Baskountchak.

D'après le relevé général de toutes ces données, on voit que ce n'est que sur 28.75 p. c. de toute l'étendue du réseau qu'il existe une vitesse de 30 verstes à l'heure, ce qui équivaut tout au plus à un parcours de 38,000 verstes par jour; la plus grande partie du parcours (71.25 p. c.) est franchie avec une vitesse de moins de 30 verstes à l'heure. Cette circonstance, jointe à la défense mentionnée ci-dessus d'admettre des voyageurs de 3e classe dans quelques trains à marche lente, permet de conclure qu'en Russie le transport des voyageurs s'effectue avec une vitesse relativement médiocre.

Dans une note publiée l'année suivante (voir *Jélieznodorojnoïé Diélo*, 1891, nos 35 et 36) sous le titre : *Aperçu de l'accélération du mouvement des trains de voyageurs sur les chemins de fer russes*, le même auteur, analysant un article inséré dans la livraison du mois de mai du *Journal des voies de communication : Sur la rapidité des communications par voies ferrées* et signé V. S..., en résume comme suit les diverses propositions : 1° Augmentation de la vitesse de marche des voyageurs; 2° diminution de la durée des temps d'arrêt aux stations pour tous les trains de voyageurs et de leur fréquence pour les trains express; 3° amélioration des correspondances des trains directs aux points de jonction afin d'éviter des pertes de temps aux voyageurs se servant de ces communications; 4° admission des voyageurs de 3e classe dans tous les trains, sans en excepter les trains express.

De l'avis du même auteur, la voie permet sur la plupart des chemins de fer russes une vitesse maximum de 50 verstes à l'heure. D'après le § 93 du règlement du mouvement pour les trains qui ne sont munis que de freins à manivelle, la plus grande vitesse doit être de 55 verstes à l'heure. Mais prenant en considération que, par prudence, il faut avoir une réserve de 5 verstes pour la grande vitesse, on peut conclure que les freins des trains de voyageurs permettent de limiter à 50 verstes par heure la vitesse de la plupart des trains. Pour les trains qui sont munis de freins automatiques et qui sont en plus petit nombre, on peut adopter dans les calculs une plus grande vitesse dépendant uniquement du type de la locomotive. Les trains de voyageurs sont remorqués par des locomotives à deux essieux couplés; de plus, le diamètre du cercle de roulement est de 1.6 à 1.7 mètre (rarement plus). En vertu du § 69 du règlement russe du mouvement, la plus grande vitesse pour les locomotives de ce genre est de 60 à 65 verstes. Ainsi, après défalcation des 5 verstes de réserve, pour les trains à freins automatiques la plus grande vitesse peut être fixée tout au plus de 55 à 60 verstes à l'heure, ce qui dépasse de bien peu la vitesse extrême (50 verstes à l'heure) des trains munis de freins à manivelle.

Il en résulte que, dans l'état actuel des chemins de fer, on peut, sans aucune dépense pour la réfection de la superstructure et pour l'achat de locomotives rapides, accélérer considérablement

la vitesse des trains de voyageurs, à condition de prendre les deux mesures suivantes : *a*) Déterminer par le calcul le temps nécessaire aux trains diversement chargés pour effectuer le trajet d'une station à l'autre ; *b*) revoir et modifier la rédaction du § 69 du règlement du mouvement pour le mettre en rapport avec l'état actuel des choses.

Pour augmenter la vitesse des trains de voyageurs, M. V. S... propose des mesures d'ordre technique ainsi que des dispositions dépendant directement du service du mouvement. Il propose de diminuer le nombre des arrêts pour les trains express et de veiller à une correspondance plus exacte des trains directs aux gares d'embranchement. Il est évident que la première mesure est parfaitement applicable sur les lignes où il y a beaucoup de trains pour le transport de voyageurs; mais sur celles où ces trains sont rares, on se voit obligé de multiplier les arrêts des express, afin de prendre les voyageurs aux stations intermédiaires. La seconde mesure mérite une attention particulière, vu que le public ne cesse de se plaindre des longs arrêts aux gares d'embranchement. Le principal obstacle à l'amélioration de cet état de choses venait de ce que, sur certaines lignes, il n'y avait que deux trains de voyageurs en circulation par jour. D'après les calculs de M. V. S..., la longueur totale des lignes de ce genre forme les 29 p. c. de l'ensemble du réseau des chemins de fer russes, et la dépense nécessaire pour y mettre en marche une seconde paire de trains de voyageurs s'élèverait annuellement à plus de 4 millions de roubles. Vu l'énormité de cette dépense, la seconde paire de trains de voyageurs pourrait être mixte, c'est-à-dire transporter des marchandises et des voyageurs dans des voitures de 2e et de 3e classe. Le ministre des voies de communication a déjà pris des dispositions dans ce sens.

Les chemins de fer russes n'admettent pas de voyageurs de 3e classe dans les express, et quelques-uns les excluent même des trains-poste. Le parcours quotidien des trains n'admettant pas de voyageurs de 3e classe est de 17,853 verstes, c'est-à-dire 13.4 p. c. ou environ $^{1}/_{7}$ du parcours quotidien de tous les trains de voyageurs (133,604 verstes). L'admission des voyageurs de 3e classe dans les express et les trains rapides encombrerait certainement ces trains de voyageurs, pour lesquels le supplément de $^{1}/_{3}$ de copeck par verste de parcours, proposé par M. V. S..., n'offrirait rien d'onéreux. Mais, en tout cas, il est désirable qu'on admette aujourd'hui, même avec augmentation de prix, des voyageurs de 3e classe dans les trains-poste sur les lignes où cela ne se pratique pas. Il est juste de fixer une augmentation de prix proportionnelle au surcroît de dépenses que réclame le transport des voyageurs en train-poste comparativement au transport en train omnibus ou mixte. Cette augmentation existe sur la ligne Nicolas.

Quant à la vitesse des autres trains du mouvement commercial, des trains de marchandises de petite vitesse, des trains militaires, des trains de service, etc., elle varie entre 15 et 30 verstes à l'heure sans tenir compte des temps d'arrêt aux stations :

Dans le courant de ces trois dernières années, il a paru dans la littérature russe technique quelques recherches sérieuses sur la vitesse du mouvement des trains; les travaux du professeur général Pétroff (actuellement adjoint du ministre des voies de communication) méritent, entre autres, une attention toute particulière. Dans sa brochure « De la vitesse la plus avanta-

geuse pour les trains de marchandises et de la détermination des vitesses pour les trains de troupes » publiée en 1892, il est dit :

« a) *Relativement aux trains de marchandises* (page 33). — Comme dans la plupart des cas le succès du transport dépend très peu de la vitesse du mouvement, ce n'est pas sur le nombre des wagons à transporter qu'il faut se baser pour le choix de cette dernière..

« Parmi les considérations dont il y a lieu de tenir compte, on peut citer la probabilité de maintenir la régularité du mouvement, les conséquences des accidents, la bonne utilisation des locomotives et celle du matériel roulant.

« Le trois premières considérations invitent à donner la préférence aux moindres vitesses, parce qu'avec ces dernières, il est plus facile d'entretenir la régularité du mouvement, et que les suites des accidents sont incontestablement moins funestes ; les parcours des locomotives remorquant les grands convois permis avec ces faibles vitesses seront moins considérables qu'avec de grandes vitesses, par rapport au même parcours de véhicules.

« L'utilisation des wagons, l'intensité de leur circulation s'amélioreront, sans doute, avec l'augmentation de la moyenne de la vitesse des trains ; mais, pour apprécier à leur juste valeur les résultats que l'on peut attendre au point de vue d'une meilleure utilisation des wagons en augmentant la vitesse des trains, il faut établir des graphiques dont on puisse tirer des conclusions définitives ».

« b) *Relativement aux trains de troupes* (page 44). — On peut conclure que s'il ne fallait pas prendre en considération les circonstances défavorables, au point de vue de la sûreté, qui peuvent résulter d'une production insuffisante de vapeur et de l'emploi de mécaniciens mal familiarisés avec le profil de la voie, il serait possible d'exiger pour les trains militaires une vitesse moyenne d'au moins 25 verstes à l'heure, arrêts non compris. Mais, comme il est impossible d'écarter ces craintes, et qu'on ne peut absolument pas perdre de vue que la production de la vapeur dépend d'une foule de causes, parfois inévitables, de la qualité peu satisfaisante du combustible, de l'existence de dépôts calcaires dans la chaudière, ou d'une couche de suie dans les cheminées, de l'inhabileté du mécanicien à conduire le chauffage, de ce qu'il a laissé passer par hasard le moment de compléter le remplissage de la chaudière avec l'eau du tender, etc., il vaut mieux se résoudre à diminuer un peu la vitesse moyenne, ou à tracer le graphique des trains de manière que certains retards inévitables ne dérangent pas trop la régularité de la marche des autres trains.

« Le mouvement des troupes, sous le rapport de la vitesse, ne pourra être sensiblement amélioré que lorsque les locomotives au moyen desquelles il s'effectuera seront plus fortes et capables de produire une plus grande quantité de vapeur. Le mécanicien ne pourra faire avancer son train rapidement, régulièrement et sûrement, que lorsqu'il disposera d'une locomotive qui ne sera pas souvent obligée d'épuiser ses forces, mais qui contiendra, au contraire, un excédent de force lui permettant d'exécuter sans trop d'efforts le travail qui lui incombe en général. »

Conformément aux règlements en vigueur, la vitesse moyenne des trains de toutes catégories, ainsi que les dérogations permises, sont déterminées par les directions des Compagnies et approuvées par les inspecteurs, qui soumettent au ministère des voies de communication les bases qu'ils ont approuvées. La plus grande vitesse de marche permise est fixée d'une manière indépendante d'après les conditions techniques de la voie et du matériel roulant. Enfin, pour rattraper le temps perdu par les retards, il est permis d'augmenter la vitesse du mouvement entre les stations de 30 p. c. de la vitesse normale (sans dépasser la vitesse maximum). La diminution de la vitesse réglementaire n'est tolérée que pour des causes bien fondées et inévitables.

Organisation et modification des tableaux de la marche des trains de marchandises et de troupes. — D'après les règlements en vigueur sur les chemins de fer russes, chaque chemin établit des tableaux et des graphiques de marche en vue des transports à effectuer. Les tableaux de service pour les trains directs de voyageurs sont réglés pour la plus longue période de temps possible; ils ne sont modifiés que deux fois par an, au printemps et en automne, aux jours prévus pour tout le réseau par le ministère des voies de communication.

En 1884, le ministère des voies de communication a organisé des conférences spéciales des représentants des chemins de fer, qui doivent être convoquées à Saint-Pétersbourg le 15 mars et le 15 septembre de chaque année, et auxquelles prennent aussi part des délégués du ministère des voies de communication, du ministère de la guerre et du département des postes. Ces conférences ont pour mission : *a*) d'organiser des tableaux sommaires de marche pour les trains directs et les trains de troupes en temps de paix; *b*) de fixer le temps que les trains en retard doivent attendre aux stations de croisement, et *c*) de vider les différends qui s'élèvent entre les chemins de fer au sujet de la formation des tableaux de marche relativement aux points de jonction.

Les chemins de fer sont tenus de présenter à l'approbation du ministère des voies de communication, les projets d'ordres de service normaux pour trains de marchandises et de tableaux graphiques pour trains directs de voyageurs, trains-poste et trains de troupes. Les projets d'ordres de service et de tableaux graphiques pour le mouvement commercial des trains de voyageurs, de tous les trains de marchandises et des trains mixtes de marchandises et de voyageurs de communication locale doivent être approuvés de la manière prescrite avant d'entrer en vigueur. Les heures de l'arrivée et du départ des trains de voyageurs aux grandes stations et aux gares d'embranchement sont publiés au moins sept jours avant la mise en vigueur des ordres de service. La modification des ordres de service s'accomplit de la même manière que leur approbation.

Les tableaux de marche approuvés doivent être envoyés à tous les agents des chemins de fer intéressés au mouvement, aux organes de l'inspection administrative, etc.

Dans ces derniers temps, on a porté une attention toute particulière, lors de la formation des tableaux de marche, à la division des trains de marchandises en trains directs, locaux ou mixtes. D'après les renseignements fournis, la spécialisation des trains de marchandises est déjà établie sur les chemins de fer d'un mouvement intense; il va de soi qu'il ne peut être question de spécialisation des trains pour les lignes à faible trafic, comme, par exemple, pour celles où il circule un ou deux trains par jour, dans chaque sens.

Autorisation et suppression de trains supplémentaires et extraordinaires. — En vertu des règlements sur le service du mouvement en vigueur sur les chemins de fer russes, aucun train, aucune locomotive isolée ne peut être livrée à la circulation en dehors du tableau de marche réglementaire qu'avec une autorisation spéciale ***du gérant des che-***

mins de fer ou de ses délégués. Chaque circonscription ne peut conférer ce droit qu'à *une seule et même personne à la fois*.

Le mouvement de ces trains a lieu d'après *un ordre de service privé* que doit renseigner celui qui donne directement l'autorisation d'expédier le train. *Doivent être pourvus de ces ordres de service*, le chef-garde, le mécanicien du train (extraordinaire), les chefs de gares intermédiaires et, dans le rayon de service du train, les principaux agents du service du mouvement, ceux de la voie, du matériel roulant et de la traction; les fonctionnaires de l'inspection administrative doivent être prévenus soit par lettre, soit par voie télégraphique, et les gardes-voie, gardes-barrières, *autant que possible*, par écrit ou par le moyen des signaux.

Les chemins n'observent pas tous les mêmes prescriptions en ce qui concerne la circulation des trains d'après le tableau de marche réglementaire. Le § 147 des règlements relatifs au mouvement leur laisse le choix : *a*) d'annoncer la mise en vigueur du tableau de marche en entier, ou bien *b*) de publier à quelles époques précises quels trains du tableau de marche circuleront tous les jours sur la voie, et quels autres seront admis à la circulation en vertu d'ordres spéciaux écrits ou télégraphiques, suivant le cas. Le premier moyen n'est, autant que nous le sachions, pratiqué que par les chemins de fer du Sud-Ouest; le second l'est par la majorité des chemins de fer russes. De plus, les trains prévus dans la marche réglementaire se divisent en trains permanents et en trains supplémentaires, qui ne circulent que d'après une autorisation spéciale du gérant du chemin de fer ou de ses fondés de pouvoirs. Puis, sur quelques chemins de fer (comme celui de Nijni-Novgorod), les trains supplémentaires sont réglés mensuellement; sur d'autres (ligne Nicolas), ils sont fixés à l'avance jusqu'à nouvel ordre; enfin, il y en a (ligne de Saint-Pétersbourg-Varsovie) où ils sont fixés chaque jour et pour le terme de vingt-quatre heures seulement. Cependant la pratique des chemins de fer russes nous montre que, par suite de l'insuffisance du nombre de trains permanents, d'un changement momentané dans la direction des envois de marchandises, de l'encombrement ou du retard des trains des autres lignes aux points de coïncidence, il arrive qu'on est obligé de changer les trains permanents et de mettre en marche, au lieu de ces derniers, ou bien pour les compléter, des trains d'une autre catégorie. Dans ces cas, la longueur des intervalles entre la fixation et l'envoi des trains ne satisfait pas toujours aux exigences des *Règlements du mouvement*, et souvent ces trains supplémentaires surprennent le service de la voie livré à ses occupations.

Composition et organisation des trains. — Les règlements sur le mouvement fournissent des indications précises sur le genre et la quantité de wagons, les conditions relatives à leur emploi et à leur place dans le train, la place de la locomotive, ses appareils et son inspection. Ces mêmes règlements fixent le nombre maximum des essieux à 100 pour les trains de voyageurs, à 120 pour les trains de troupes et à 150 pour les trains de marchandises; ce chiffre n'est atteint par les trains de cette dernière catégorie que sur certaines lignes qui transportent une quantité considérable de marchandises en vrac.

Le nombre des freins de chaque train doit être tel, qu'on puisse freiner autant d'essieux de wagons qu'en indique le tableau suivant pour diverses déclivités :

DÉCLIVITÉS DE LA VOIE.	Pour les trains de marchandises à marche lente dont la plus grande vitesse n'excède pas 25 verstes à l'heure.	Pour les trains de marchandises et autres dont la plus grande vitesse à l'heure n'excède pas			Pour les trains de voyageurs et les trains mixtes dont la plus grande vitesse n'excède pas 45 verstes à l'heure.	Pour les trains de voyageurs dont la vitesse maximum est de 55 verstes à l'heure.
		30 verstes.	35 verstes.	40 verstes.		
	Sur 100 essieux de wagons, le nombre des freins ne doit pas être au-dessous de :					
0.002	3	6	9	13	17	28
0.005	6	9	12	16	20	31
0.006	7	10	13	17	21	32
0.008	9	12	15	19	23	34
0.010	11	14	17	21	25	36
0.012	13	16	19	23	27	38
0.015	16	19	22	26	30	41

On fixe le nombre des essieux dans les trains, soit pour une section, soit pour la ligne entière, suivant la plus grande pente; mais si la longueur de la plus forte déclivité n'excède pas 500 sagènes (un peu plus de 1 kilomètre), le nombre des essieux à freins peut ne pas être fixé d'après la plus forte déclivité, mais d'après celle qui vient immédiatement après.

Les wagons à freins sont répartis dans le train à intervalles à peu près égaux. Dans les trains de voyageurs et les trains mixtes, il doit y avoir immédiatement derrière le tender un fourgon à bagages ou tout autre wagon sans voyageurs.

Les chemins de fer russes offrent de grandes variétés en ce qui concerne la composition normale des trains. Certaines lignes la déterminent en même temps que la vitesse d'après la formule de Lindner; d'autres s'en rapportent à l'expérience. Il résulte du tableau de la composition des trains des différentes lignes que l'adhérence des roues de la locomotive est évaluée tantôt à 0.15, tantôt à 0.20, ce qui fait une différence de 41 p. c. dans la force correspondante du cheval-vapeur, toutes autres conditions restant égales d'ailleurs (chemins de fer du Donétz et de Griazi-Tsaritzyne.) La composition du train attelé de deux locomotives est aussi des plus variées : par exemple, dans le cas de double traction, telle ligne augmente la composition du train de 40 p. c. de la force de traction de la seconde locomotive, telle autre de 67 p. c., tandis que l'expérience des chemins de fer étrangers montre qu'on peut aller jusqu'à 70 p. c.

Pour la saison d'été de 1890, le calcul de la composition des trains se fait sur les chemins de fer de l'État conformément à une circulaire de l'Administration provisoire de ces chemins de fer en date du 11 août 1890 et d'après des règlements

exposés dans la partie du présent « Aperçu » relative à la traction et au matériel roulant.

L'EXPÉDITION DES TRAINS prévus dans le tableau horaire normal ou particulier de chaque ligne s'effectue dans l'ordre qui y est indiqué. Les autres trains ne sont envoyés qu'après réception d'un avis préalable écrit ou télégraphique émanant des stations voisines.

On peut aussi expédier des trains de marchandises avant l'heure fixée dans le tableau horaire, pourvu que la voie soit munie de sonneries électriques qui préviennent les gardes-lignes de l'envoi des trains.

En cas d'obstruction de la voie au commencement des rafales de neige, l'expédition des trains peut être suspendue par ordre du gérant de la ligne, de ses délégués ou des chefs de gare. Il est interdit d'envoyer des trains, autres que ceux de service, aux endroits où se sont formés des encombrements de neige.

En cas de rafales de neige, on arrête de préférence les trains de voyageurs et de troupes dans les gares munies de buffets, où l'on peut se procurer des aliments chauds. Les trains de voyageurs et de troupes expédiés en pareils cas doivent être munis d'un supplément de combustible, d'éclairage, de pelles et d'ouvriers fournis par le service de la voie.

En cas d'arrêt des trains sur la voie, par suite d'encombrements de neige, le § 157 du Statut général autorise la gendarmerie préposée à la police des chemins de fer, de requérir sur la demande de l'Administration du chemin, dans les villages les plus proches, des ouvriers du sexe masculin, avec un nombre suffisant de voitures et d'instruments de travail. Ces ouvriers sont transportés au lieu de l'accident et ramenés gratuitement chez eux; ils sont entretenus aux frais de l'Administration du chemin de fer intéressé et reçoivent en outre une indemnité d'après un tarif spécial.

RÉCEPTION ET STATIONNEMENT DES TRAINS. — Pour la réception des trains, on observe les règles suivantes : Les voies doivent être libres aux heures où les trains peuvent arriver, les signaux ouverts et refermés aussitôt après l'arrivée du train; si la voie était occupée, le train serait arrêté derrière le signal d'entrée. Dans les gares où a lieu le dépassement ou le croisement des trains, ceux-ci doivent se placer sur les voies de manière que ni leur tête, ni leur queue ne dépasse les limites imposées pour le stationnement du matériel roulant. Pour récupérer les retards, il est permis d'abréger l'arrêt aux stations, mais, toutefois, sans compromettre la sécurité du mouvement ni incommoder les voyageurs.

INTERVALLES DE TEMPS OU DE DISTANCE A MAINTENIR ENTRE LES TRAINS ET MOYENS D'ANNONCER L'ARRIVÉE OU LE DÉPART DES TRAINS. — Si l'on prend au pied de la lettre le § 104 du règlement relatif au mouvement des trains, deux trains (ou plus) ne peuvent circuler en même temps sur la même voie et dans le même sens que : *a*) sur les lignes où la vitesse moyenne des trains entre les stations ne dépasse pas 15 verstes à l'heure; *b*) quand un train envoyé au secours d'un train en détresse ne le trouverait plus en place; *c*) quand

la voie étant encombrée par un train en détresse, la circulation s'effectue en navette sur les parties restantes. *Il est défendu d'expédier des trains ou des locomotives isolées faisant le même parcours dans le même sens* que d'autres trains ou d'autres locomotives qui les précèdent, avant d'avoir été informé de l'arrivée de ceux-ci à la station suivante, à moins qu'il ne s'agisse de trains de service, d'ouvriers ou de marchandises expédiés *en cas d'urgence pour rétablir la régularité du mouvement.* Dans ce cas, l'expédition des trains se fait d'après des instructions spéciales prescrivant les règles suivantes : *a*) La vitesse du train d'urgence ne doit pas dépasser celle du précédent et il ne peut être expédié que quinze minutes après le départ du premier; *b*) le mécanicien de la locomotive du second train doit être informé par écrit qu'il y a un train qui précède le sien (¹).

Sur les chemins de fer russes, à part quelques rares exceptions mentionnées ci-après, les informations relatives à l'arrivée et au départ des trains se transmettent par le moyen de l'appareil télégraphique *Morse*, desservi soit par des télégraphistes, soit par des employés des gares. Le block-system n'existe que sur les lignes suivantes : Nicolas (partie septentrionale de cette ligne entre Saint-Pétersbourg et Bologoë), d'après le système *Lartigue;* Saint-Pétersbourg-Varsovie (entre Saint-Pétersbourg et Gatchina), d'après le système *Hodgson*, et Moscou-Brest, d'après le système de *Rodary*. Sur ces lignes, le télégraphe fonctionne simultanément avec les signaux électro-optiques; il est aussi employé pour prévenir les gares de la marche des trains de voyageurs, des modifications apportées dans la marche régulière des trains, des retards, etc.

En présence de l'importance prédominante que prennent les relations par voie télégraphique dans l'annonce de l'arrivée et du départ des trains, on comprend que l'on ait établi un contrôle sur la régularité de ces relations qui sont soumises aux prescriptions suivantes : *a*) Elles ne peuvent s'établir que sur l'ordre des chefs de gare ou de leurs suppléants; *b*) leur enregistrement se fait de la propre main des chefs de gare ou de leurs remplaçants pour l'envoi des dépêches, et de la main des télégraphistes pour la réception; de plus, les dépêches reçues sont soumises au visa du chef de gare. L'extrême complication de cette procédure, étant données les multiples fonctions des chefs de gare sur l'immense étendue de leurs stations, amène constamment des infractions aux règlements établis, de sorte que l'on cherche à introduire d'autres mesures de contrôle. Ainsi, par exemple, sur le chemin de fer de Lozovo-Sébastopol, on a introduit dans ce but des livrets de contrôle chiffrés spéciaux et M. Gorodensky a même proposé un mode de contrôle mécanique. Le principe de l'appareil qu'il propose consiste en ce que le télégraphiste, après avoir inscrit la dépêche reçue, signe son nom sur un ruban passant à travers une fente d'une boîte munie d'un mécanisme d'horlogerie, qui, par la pression d'un bouton particulier, imprime sur le ruban le moment précis de l'action.

(¹) A en juger par le § 107 du règlement du mouvement, cette prescription est applicable aux lignes qui ont adopté le block-system, quoique cette opinion soit contestée par plusieurs écrivains.

Dépassements et croisements de trains. — Rien ne peut rendre plus sensible la configuration des graphiques des chemins de fer russes, dépendant du nombre et de la vitesse des trains et de l'organisation des railways (nombre de lignes principales), que le rapport du nombre des croisements et des dépassements à l'étendue d'une partie donnée du réseau et au parcours des trains. Bornons-nous au tableau ci-dessous, relatif à cinq chemins de fer, bien différents en étendue et en intensité de mouvement.

CHEMINS DE FER.	Longueur exploitée.	A la date du 1er janvier 1891		Nombre des trains.			Moyenne quotidienne du nombre de train-verstes.	Croisements.	Dépassements.	Par verste de ligne.		Nombre de train-verstes par	
		à voie unique.	à double voie.	Total annuel.	Par verste de ligne.	Moyenne quotidienne		Total quotidien.		Croisements.	Dépassements.	croisement.	dépassement.
				Mill.									
Polésslé . . .	1,414	1,403	...	2,712	1,918	7,430	5.26	151	10	0 11	0.01	49	743
Novgorod . . .	157	157	...	333	2,121	912	5 82	24	5	0.15	0.03	38	183
Kozlov - Voronège-Rostov . . .	780	712	59	4,157	5,329	11,389	14.23	447	54	0.57	0.07	23	211
Saint-Pétersbourg-Varsovie. . .	1,207	738	469	6,860	5,684	18,795	15.17	249	121	0.34	0.41	44	151
Nicolas	604	...	609	7,313	12,108	20,036	32.33	...	241	...	0.40	...	83

Il résulte du tableau précédent que le nombre de train-verstes varie par croisement entre 23 et 49, et par dépassement entre 83 et 743, suivant la plus ou moins grande intensité de mouvement; il atteint ses limites extrêmes sur le réseau secondaire des chemins de fer de Poléssié (5.26 trains par jour) et sur le chemin de fer Nicolas (32.33 trains par jour).

Mouvement des trains de matériaux, des lorrys et des wagonnets. — Le service des trains de matériaux, des lorrys et des wagonnets, étant soumis au règlement général du service des trains, ne présente aucune particularité, d'autant plus que les règlements ne se proposent, dans l'un et l'autre cas, que d'imposer au mouvement des restrictions en harmonie avec les circonstances de temps et de lieu.

2. — Prescriptions spéciales pour le service des trains sur les chemins à voie unique.

Le règlement de service de 1883 prévoit deux modes d'exploitation pour les lignes à voie unique : a) *par l'emploi du télégraphe électrique*; b) *sans cet emploi*. On ne peut jamais faire usage pour une section déterminée que d'un seul mode d'exploitation, celui qui est établi par l'administration du chemin et approuvé par le gouvernement.

Exploitation par le télégraphe. — Une station ne peut expédier de train ou de ocomotive isolée qu'après s'être mise d'accord par voie télégraphique avec la station

suivante. Cet échange de dépêches se fait par le chef de gare ou son suppléant, qui doit enregistrer chaque télégramme dans un journal *ad hoc*. En cas d'interruption fortuite des relations télégraphiques, la circulation se fait : *a*) en faisant garder les points de croisement ou *b*) en établissant des échanges de communications écrites par l'intermédiaire des trains qui suivent la direction privilégiée.

Dans le *premier* cas, tout train qui n'a pas été signalé aux stations de la manière adoptée est retenu à la station où l'interruption de la communication télégraphique a surpris ce train, jusqu'à ce que l'on ait établi des communications écrites avec la première station vers laquelle il se dirige. Tous les trains signalés aux stations, conformément au règlement (trains réguliers, périodiques ou facultatifs), continuent leur marche en observant les prescriptions suivantes : *a*) Les trains n'ayant pas effectué leur croisement sont retenus aux stations de croisement; *b*) les trains qui l'ont effectué, ou qui n'ont pas à le faire, ne quittent pas la station avant l'heure indiquée au tableau de la marche des trains. On peut envoyer par un train à la station suivante l'ordre de réexpédier ce train en sens contraire. Le même ordre peut être porté par un exprès.

Dans le *second* cas, le directeur du chemin de fer doit fixer à l'avance la direction qui aura la préférence en cas d'interruption des communications. Les trains qui vont dans la direction privilégiée continuent leur marche sans aucune formalité, tandis que ceux qui viennent en sens inverse sont retenus jusqu'à réception de l'ordre écrit émanant de la station voisine, comme dans le premier cas.

Outre ces deux moyens, on peut encore recourir à l'un des trois procédés suivants, en cas d'interruption des relations télégraphiques.

EXPLOITATION AU MOYEN D'UNE SEULE LOCOMOTIVE, D'UN PILOTE OU D'UN BATON-PILOTE. — Ces trois systèmes sont bien connus à l'étranger, surtout en Angleterre et en France. Introduits par la commission qui a élaboré les ordres de service de 1883, en vue de l'extension projetée du réseau par la construction de lignes secondaires, ces procédés primitifs et infailliblement sûrs pour régler le mouvement n'ont guère été adoptés jusqu'à présent sur les chemins de fer russes, même sur les lignes de petite étendue. Le système du bâton-pilote n'est appliqué que sur la ligne de Fastov, et cela depuis que son directeur, M. de Wendrich, a introduit sur cette ligne un système d'exploitation économique; il y est employé non pas exclusivement, mais concurremment avec le télégraphe. Il semble d'ailleurs y avoir pleinement atteint son but. Il a été en outre essayé et adopté sur les chemins de fer de Koursk-Kharkov-Azov et de Kozlov-Voronège-Rostov pendant l'hiver dernier, lors de la plus grande intensité des transports de céréales.

3. — Manœuvres et gares de triage.

Les ordonnances du Règlement du mouvement (§§ 122-115) relatives aux manœuvres n'ont rien de particulier et ne diffèrent en rien des ordonnances analogues en vigueur sur les chemins de fer étrangers. Par contre, il n'est pas sans intérêt de jeter un coup d'œil sur les conditions techniques et économiques de cette partie du service sur

les chemins de fer russes. Le tableau suivant nous montre d'une manière générale le rapport entre l'étendue des voies de garage, le nombre des aiguilles dans les stations, la quantité de wagons de marchandises reçus et expédiés par les gares et le parcours des trains de manœuvre. Les chemins de fer y sont groupés d'après l'ordre ascendant du nombre de wagons reçus et envoyés par toutes les stations de chaque ligne pour l'année 1890.

Nombre de chemins de fer.	Nombre de stations.	Étendue des voies de garage aux stations (verstes).	Nombre des aiguilles.	Quantité mensuelle de wagons de marchandises: expédiés.	Quantité mensuelle de wagons de marchandises: arrivés.	Quantité mensuelle de wagons de marchandises: Total.	Quantité mensuelle de wagons de marchandises expédiés et arrivés par verste de voie de garage.	Longueur en verstes des voies de garage par aiguille.	Manœuvres opérées par des trains de manœuvre spéciaux, par mois. Quantité des manœuvres: Heures.	Quantité des manœuvres: Verste de parcours en comptant l'heure p^r 5 verstes.	Verstes de parcours de manœuvre par verste de voie de garage.	Verstes de parcours de manœuvre par wagons expédiés et arrivés.
				Milliers.	Milliers.	Milliers.						
7	240	1,832	5,343	110,000	110,000	220,000	120	0.34	84,347	421,735	230	1.91
7	101	282	880	25,000	25,000	50,000	177	0.32	18,136	90,680	322	1.81
7	246	895	2,741	147,000	147,000	294,000	328	0.33	67,000	335,000	374	1 14
8	346	1,032	3,662	281,000	281,000	562,000	545	0.28	67,000	335,000	325	0 60
8	354	1,036	5,051	460,000	460,000	920,000	888	0.21	142,989	714,945	690	0.78

Ce tableau nous montre en partie les difficultés auxquelles donnent lieu les manœuvres sur les chemins de fer russes.

Sous ce rapport, trois faits méritent d'être signalés : 1° la longueur de voie de garage par aiguille; 2° le nombre de train-verstes de manœuvre par verste de voie de garage; 3° idem par wagon expédié et arrivé. Ces renseignements sont extraits de l'annexe n° 13 des *Comptes rendus des chemins de fer russes* (où ces données sont portées séparément pour chaque station et pour chaque période de quatre mois). Cette annexe mérite l'attention de toutes les personnes qui s'intéressent à cette question.

La question de l'amélioration des conditions technico-économiques des manœuvres sur les chemins de fer russes a été soulevée maintes fois dans la littérature technique. Ainsi, dans le journal *l'Ingénieur*, publié à Kiev, n°s 1 et 2, 1882, M. Demtchinsky y a consacré un long article, dont il n'est pas inutile de citer quelques lignes.

Le nombre de manœuvres, dit l'auteur, est proportionnel au mouvement et dépend en même temps du caractère que donne à la station la nature du trafic et aussi un peu de la disposition des voies. Sous ce dernier rapport, il y a peu à espérer, attendu qu'il n'y a pas une seule station de notre réseau où les voies soient disposées d'après un système quelconque, on peut donc ne pas faire entrer en ligne de compte l'influence des voies sur les manœuvres.

Citant ensuite des données détaillées sur les diverses stations d'un des chemins de fer russes de premier ordre, l'auteur en déduit les moyennes suivantes du temps

employé à chaque accrochage ou décrochage, ainsi que la moyenne du prix de revient des manœuvres.

Pour les gares de formation	. . . .	de 3 à 4 minutes.
Id. de bifurcation	. . . .	de 7 à 8 id.
Id. de têtes de ligne	. . . .	de 10 à 11 id.
Id. intermédiaires	. . . .	de 13 à 14 id.

En défalquant le montant proprement dit des manœuvres, on obtient le prix coûtant d'une heure de manœuvre.

Combustible à 13.50 roubles la sagène cube	62.00 cop.
Graissage, 0.83 copeck par locomotive-verste	6.64 id.
Éclairage	1.44 id.
Nettoyage	4.40 id.
Salaires du personnel des locomotives	15.25 id.
Impôt verstique	12.00 id.
Réparations	66.16 id.
	1 r. 67.89 cop.

En moyenne, on peut compter qu'une heure de manœuvre revient à 1 rouble 50 copecks. Ainsi le compte établi en argent est :

Dans une station de formation	. . . . . .	de 6.25 c.	pour accrochage	ou décrochage.
Id. de bifurcation	. . . . . .	de 14.75 c.	id.	id.
Id. de tête de ligne	. . . . .	de 18.75 c.	id.	id.
Id. intermédiaire	. . . . . .	de 26.25 c.	id.	id.

Pour réduire ce prix exorbitant, M. Demtchinsky propose de recourir aux chevaux pour les manœuvres.

Selon lui, le principal obstacle à l'introduction de ce genre de manœuvres résiderait dans des habitudes invétérées, contre lesquelles on ne pourra lutter qu'en accordant des primes aux employés pour le succès des manœuvres et la réduction de leur prix de revient.

D'après le calcul de la dépense normale des manœuvres par chevaux, M. Demtchinsky estime que le prix du travail journalier d'un cheval correspond à une heure de manœuvre d'une locomotive.

Les essais tentés dans des stations présentant des mouvements très variés confirment pleinement ce calcul. Ainsi, par exemple, un cheval a fait en un mois, sans le moindre effort, le travail qu'accomplit une locomotive en sept heures; une paire de chevaux serait l'équivalent de dix-sept heures de travail d'une locomotive. Plus il y a de travail aux stations pour les locomotives, plus il est avantageux de le faire exécuter par des chevaux, car le travail de deux chevaux n'équivaudrait plus alors à seize, mais bien à dix-huit ou vingt heures de travail d'une locomotive.

D'après les données dont nous disposons, les manœuvres au moyen des chevaux ont aussi été introduites en 1885 sur le chemin Nicolas, dans les stations d'Okouloveka, de

Vischera, de Klin et de Réchetnikovo. Les résultats ont été des plus satisfaisants; quant aux difficultés à vaincre, elles ont été précisément du même genre que celles que M. Demtchinsky signale.

Néanmoins, comme les manœuvres sur les chemins russes consistent plutôt à mouvoir des rames entières de wagons que des wagons assortis, il est hors de doute que les manœuvres au moyen de chevaux ne peuvent être admises qu'à titre auxiliaire, surtout dans les stations intermédiaires, où la force animale peut en quelque sorte suppléer au manque de moteurs mécaniques. Le seul moyen d'améliorer les manœuvres dans les grands centres, c'est d'élever la force potentielle des moteurs mécaniques et d'établir plus rationnellement les stations en délimitant rigoureusement les voies d'évacuation et de triage, à la condition de donner aux premières, et autant que possible aux secondes, une certaine pente.

L'honneur de la vulgarisation, en Russie, du triage par la gravité revient à l'ancien directeur du chemin Nicolas, feu J.-F. Kœnig, l'un des plus habiles administrateurs qu'aient possédés les chemins de fer russes. Après qu'il eut construit, vers la fin de 1870, la magnifique station de triage du chemin de fer Nicolas près de Saint-Pétersbourg, il en établit une du même genre à Moscou, sur le chemin de Moscou-Riazan. L'article de l'ingénieur Troïtsky (*L'Ingénieur*, journal du ministère des voies de communication, 1883) fournit des données suffisantes sur l'importance réelle de ces stations sous le rapport des dépenses.

Après avoir jeté un coup d'œil rapide sur l'activité de la station de triage du chemin Nicolas à Saint-Pétersbourg pendant l'année 1881-1882, l'auteur que nous résumons émet les considérations suivantes :

« Les dépenses annuelles de ces stations sont :

1° Intérêt du capital de fondation, 789,292 r. 87 cop., à 5 p. c.	39,464 r. 69 cop.
2° Réparations	16,341 r. 75 id.
3° Entretien des agents du mouvement	37,632 r. 00 id.
4° Éclairage de la station	4,576 r. 18 id.
5° Trois locomotives	39.420 r. 00 id.
Total. . .	137,434 r. 62 cop.

par an, soit 376 roubles par jour et 43.17 par wagon.

Pour faire l'évaluation du triage de la station de Shildon, près d'Edgehill, en Angleterre, on a calculé les dépenses :

1° Des fonctionnaires préposés à la formation des trains;
2° Des employés au triage et surveillants;
3° Des graisseurs de wagons, et
4° Du personnel des locomotives;

et le prix du triage d'un wagon est revenu à 5 $^1/_4$ copecks.

Pour les mêmes dépenses, le prix de triage d'un wagon revient à 24 copecks à la station de triage du chemin de fer Nicolas.

Dans le but de mettre en lumière le rapport qui existe entre la longueur des voies des stations

de triage et la capacité maximum de triage des wagons (comptés par essieux), par jour, l'auteur donne un tableau qui permet de se former une idée des dimensions de nos stations :

LIGNES DE CHEMINS DE FER.	GARES.	Développement en sagènes des voies de triage.	Maximum du nombre d'essieux de wagons triés par jour.
A. *Chemins étrangers.*			
Magdebourg-Leipzig	1. Halle	1,500	5,000
	2. Leipzig	1,425	4,000
Leipzig-Dresde	3. Leipzig	4,600	3,000
Chemins de fer de l'État de Saxe	4. Leipzig	4,150	3,800
	5. Dresde-Neustadt	3,250	3,600
	6. Dresde-Altstadt	3,650	4,400
	7. Chemnitz	2,115	9,000
	8. Zwichau	4,600	9,000
Ligne du Rhin	9. Herson à Cologne	6,100	6,000
Chemins de fer anglais	10. Shildon	8,507	5,968
	11. Newport	6,400	...
	12. Edgehill	...	...
B. *Chemins de fer russes.*			
Nicolas	13. Gare de triage	24,159	3.000
Moscou-Riazan	14. Gare de triage	6,000	1.400

L'auteur conclut : 1° que, comparativement aux chemins de fer étrangers, nos stations de triage n'ont pas tout à fait produit l'utilité qu'on en attendait. Cela provient surtout, selon lui, de leur complète séparation des gares de marchandises correspondantes, ce qui a considérablement augmenté les dépenses principales et courantes de l'exploitation, et aussi de ce que, lors de la réunion de différents groupes de lignes, on n'a pas écarté catégoriquement les cas de changement de direction des trains (ce qui a amené un nombre superflu de manœuvres); 2° que le peu de largeur de l'espace entre les voies ne permet pas l'emploi simultané des chevaux; 3° que, comme tous les wagons n'ont pas de freins, il est vraiment difficile de faire des manœuvres par la gravité, et, enfin, 4° que sur les chemins de fer russes, les conditions climatériques causent des difficultés incessantes en cette matière. Cependant, dans les cas dont il s'agit, il est évident que le choix des emplacements pour les stations de triage séparées, et non étroitement reliées aux gares de transit, était imposé par les conditions locales, et que la dimension primitive donnée aux bâtiments dépassait de beaucoup les besoins réels, surtout si l'on prend en considération les chômages fréquents dans le commerce des céréales. Enfin, il est tout naturel qu'il se soit souvent glissé, dans la disposition des voies de nos gares, des

imperfections auxquelles on peut facilement remédier. D'autre part, si les conditions climatériques s'opposent aux manœuvres par la gravité, ce n'est que pendant les grandes gelées ou quand la neige n'est pas enlevée des voies; or, le mouvement principal s'effectue au printemps et en automne, c'est-à-dire quand il n'y a ni neige, ni gelée. Enfin, les manœuvres opérées en Allemagne sur les voies en pente, bien que chaque wagon ne soit pas muni d'un frein, sont une preuve évidente que cet obstacle n'est pas essentiel.

4. — Signaux des trains et signaux de la voie et des gares.

SIGNAUX DES TRAINS. — Ces signaux sont réglés, par l'ordonnance de 1873 du ministre des voies de communication, de la manière suivante : *a*) *de jour :* les trains ne doivent être munis d'aucun signal, s'il n'y a pas de tunnel à passer; *b*) *de nuit :* les trains doivent porter, en tête de la locomotive, une ou plusieurs lanternes de grande dimension à disque à feu blanc, et, à l'arrière, une grande lanterne à disque à feu rouge et deux falots à disques projetant en avant un feu blanc et en arrière un feu rouge.

En marche, sur une voie indue, on place en outre à l'avant de la locomotive une lanterne supplémentaire à feu rouge.

Un coup de sifflet prolongé de la locomotive annonce le départ et la mise en mouvement des trains.

Deux coups de sifflet brefs commandent de desserrer les freins.

Trois coups de sifflet brefs commandent de serrer les freins.

S'il s'agit du sifflet du chef de train : *un coup bref* signifie se préparer à partir, *un coup de sifflet prolongé* commande le départ et *trois coups brefs,* l'arrêt.

Pendant la manœuvre : *un coup de sifflet prolongé* commande un mouvement en avant, *deux coups prolongés*, un mouvement en arrière.

Dans les trains de voyageurs, on fait généralement usage de la corde-signal; ce n'est que dans quelques trains qu'il existe une intercommunication électrique permettant aux voyageurs de communiquer avec le machiniste ou le chef-garde.

Il est bon de faire remarquer ici un trait caractéristique des signaux des trains de voyageurs sur les chemins de fer russes. Au départ d'une gare, on donne sept signaux d'avertissement et d'exécution : la cloche sonne trois fois et le conducteur et le mécanicien donnent chacun deux coups de sifflet.

SIGNAUX DE LA VOIE ET DES GARES. — La signification des couleurs employées comme signaux est la suivante : *le rouge* commande l'arrêt, *le vert*, le ralentissement et *le blanc* indique que la voie est libre. *De jour*, les signaux à la main sont des drapeaux et des disques portatifs, rouges et verts. *De nuit*, les signaux à la main sont des lanternes à feu rouge, vert et blanc. Si l'on n'a pas de drapeau ou de lanterne à sa disposition, on signale *l'arrêt* en agitant rapidement, le jour, la main ou un objet quelconque, la *nuit*, une lanterne ou n'importe quel feu. On se sert, en outre, de pétards, de disques rouges et de sémaphores, de systèmes différents, d'après les modèles français, anglais et allemands, et même de boules placées sur des poteaux.

A l'entrée des gares non pourvues de sémaphores, on place des signaux à distance, des disques verts à environ 300 sagènes (640 mètres) et des disques rouges à 10 sagènes (21 mètres) au moins des aiguilles d'entrée.

Une des conférences des représentants du service du mouvement ayant examiné, il y a quelques années, la question des signaux de station, s'est prononcée en faveur de l'adoption graduelle des appareils d'enclenchement des aiguilles et des signaux correspondants (interlocking-system). Mais les dépenses qu'entraîne l'établissement d'appareils de ce genre n'étant pas en rapport avec les recettes des lignes à trafic peu important, la conférence en a exclus les signaux d'entrée dans les gares, lesquels sont mus des points se trouvant à proximité des bâtiments, à condition que les agents supérieurs des stations soient responsables de leur fonctionnement régulier.

La conférence a reconnu la superfluité des signaux permanents pour le départ des trains, trouvant suffisant pour la sécurité du mouvement l'usage établi en Russie d'informer soit par écrit, soit par le télégraphe, de la libre circulation.

On n'a reconnu l'utilité de l'adoption d'appareils contrôleurs de la position des signaux éloignés, que là où les trains passent devant les stations sans s'y arrêter.

Il importe de faire remarquer que l'installation des signaux des stations des chemins de fer russes, du moins sur la majeure partie des lignes, est souvent loin de répondre à l'étendue considérable des stations ni à l'éloignement des aiguilles d'entrée, mais que la pénurie des appareils est suffisamment justifiée par la faible intensité du mouvement et le bon marché de la main-d'œuvre.

Dans ces dernières années, la vulgarisation des appareils d'enclenchement des aiguilles et des signaux (interlocking-system) a fait de grands progrès dans les grandes stations et dans les gares de bifurcation. Mais la centralisation des appareils de signaux dans les stations intermédiaires a de la peine à se répandre. C'est aussi feu M. Kœnig, directeur du chemin de fer Nicolas, qui a essayé le premier d'introduire les uns et les autres sur les chemins de fer russes.

Actuellement, on commence à introduire les téléphones à grande distance sur les chemins de fer russes, par exemple à Saint-Pétersbourg sur la ligne de Varsovie. Une des premières expériences de l'application du téléphone au service des stations, dans le but de diriger les manœuvres, a été faite vers 1880 à la gare de transit du chemin de fer Nicolas à Saint-Pétersbourg, sur l'initiative et avec le concours actif de M. N.-C. Lébédev, actuellement chef du mouvement du chemin de fer Orel-Griazi.

5. — Statistique de l'utilisation des trains et contrôle de la régularité et de la ponctualité de leur circulation.

Ainsi que pour le service des wagons, la classification des trains établie par le ministère des voies de communication — en trains de grande, de moyenne et petite vitesse, trains militaires et trains de service — sert de base à la statistique du travail des trains et au contrôle de la régularité et de la ponctualité du mouvement.

L'enregistrement des trains se fait d'abord, comme celui des wagons, par le personnel

de la station et du train au fur et à mesure de l'arrivée et du départ de chaque train, en indiquant le lieu et le temps, sa composition primitive et les changements y survenus. Des états journaliers spéciaux accompagnent les trains et sont inscrits aux stations dans des registres spéciaux. Ces registres font mention de toutes les irrégularités qui se sont produites dans la marche avec indication de leurs causes. Quelquefois, ces états journaliers ne font qu'un avec ceux où l'on enregistre le mouvement des wagons.

Tous les jours, les rapports journaliers des trains et la copie des registres des stations sont remis directement au chef du mouvement ; sur certaines lignes, ils le sont par les chefs de section ou les chefs contrôleurs de circonscription. Sur d'autres, les copies des registres de stations sont accompagnées d'un état journalier des rapports télégraphiques (des trains pour la date en compte), et c'est d'après ces données que s'effectue le contrôle de la régularité et de la ponctualité du mouvement.

Sur quelques lignes (Nicolas, Moscou-Brest, Kozlov-Voronège-Rostov), on fait usage d'appareils de contrôle mécaniques représentant graphiquement, sur des rubans ou des disques de papier, la marche et la vitesse des trains. Le plus répandu est l'appareil de contrôle système Graftio.

M. Berner a inséré dans le journal *l'Ingénieur*, de 1885, un article à ce sujet, où il dit, entre autres, que le contrôle de la marche des trains, au moyen d'appareils demandant à être installés dans un wagon chauffé et dépourvu de frein, n'est pas pratique, que l'emploi en est compliqué et qu'il ne fournit pas de données utilisables. En simplifiant les exigences du contrôle mécanique, c'est-à-dire en renonçant à recueillir la vitesse par verste, il serait possible d'utiliser les appareils des stations indiquant le temps de l'arrivée et du départ des trains.

Un appareil de ce genre nommé orétographe a été installé par M. Berner sur le chemin de fer de Moscou-Riazan. Cet appareil fait partie des horloges des stations ; il imprime sur un ruban télégraphique les heures, les minutes, et le moment du passage du train devant le disque rouge, le train fermant à cet effet automatiquement le courant d'une pile électrique. L'appareil qui produit cette fermeture est une pédale actionnée par la flexion du rail entre les traverses : elle ne peut donc avoir lieu à volonté. Dans l'appareil, il y a une pièce qui imprime la position du disque sur le ruban. Pour vérifier la régularité du passage des trains à une station déterminée, il suffit de comparer le ruban avec le tableau de contrôle, c'est-à-dire avec le graphique normal de la station tracé sur un ruban analogue.

Voici la liste des données statistiques pour le calcul du travail que les lignes doivent porter dans les comptes rendus annuels de l'exploitation :

TABLEAU X, CHAPITRE III : *Parcours des trains*. — Parcours général de tous les trains, moyenne quotidienne du nombre de tous les wagons sur toute la longueur du réseau ; *parcours des trains à grande vitesse*, y compris les trains express, les trains impériaux, des particuliers, de service, courriers et rapides, les trains-poste, les trains de voyageurs, les trains mixtes, les trains de troupes, les trains de transbordement. Moyenne du nombre quotidien de trains de grande et de moyenne vitesse sur toute la longueur

du réseau; *parcours des trains de petite vitesse*, y compris les trains militaires et de marchandises, les trains d'ouvriers, les trains de transbordement; moyenne quotidienne du nombre des trains de petite vitesse sur toute la longueur du réseau.

CHAPITRE V : *Composition des trains.* — *a*) Dans les trains de grande et de moyenne vitesse : wagons de voyageurs, wagons de marchandises, essieux; *b*) dans les trains de petite vitesse : wagons de voyageurs, wagons de marchandises, essieux.

CHAPITRE VI : *Nombre de poud-verstes* parcourus par la tare du matériel roulant. Total général des poud-verstes de la tare des locomotives. Nombre de pouds par wagon-verste et par 10,000 essieu-verstes de wagons parcourus par la tare du matériel roulant.

CHAPITRE VII : *Moyennes générales.* — Nombre moyen de voyageurs par train. Nombre moyen de pouds de marchandises par train de petite vitesse. Quantité de poud-verstes parcourus sur un chemin.

Annexe 12. — Trains locaux, trains directs de grande, de moyenne et de petite vitesse que chaque station a expédiés en moyenne par mois et pour un trimestre; manœuvres effectuées par des locomotives spéciales. Quantité de manœuvres par heure et par verste; nombre de verstes de manœuvre par wagon au départ et à l'arrivée et par 1,000 pouds de tonnage chargés et déchargés aux frais des stations.

Annexe 13. — Quantité de trains et leur parcours, grande, moyenne et petite vitesse par mois et par direction maximum et minimum.

Ces données sont loin de comprendre l'ensemble des renseignements exigés par le gouvernement et l'administration des chemins de fer.

CHAPITRE III

Accidents.

Par M. DE RICHTER

Considérations générales.

Les accidents de chemins de fer ne sont pas le fait exclusif du service de l'exploitation. Ce n'est que parce qu'il n'appartient qu'à lui seul de les enregistrer qu'on leur assigne un chapitre à part dans la section du mouvement.

Une statistique des accidents bien organisée a l'avantage de refléter l'ensemble des conditions techniques, économiques, physiques, géographiques et même nationales qui influent sur la sécurité et la régularité du mouvement. Pour bien saisir le lien qui existe entre ces particularités, il serait indispensable de grouper les accidents non seulement d'après leur nature et leurs suites, mais aussi d'après les causes qui les produisent. Malheureusement, les données officielles que l'on publie à ce sujet ne fournissent pas d'indications de ce genre. Il en résulte la nécessité de s'en tenir aux chiffres effectifs et de se contenter, pour les mettre en lumière, des matériaux fournis par les autres parties du présent « Aperçu ».

1. — Données statistiques.

Les tableaux *A*, *B*, *C*, *D*, *E* et *F* comprennent, pour une période décennale, des données générales sur le nombre des divers accidents (les cas d'incendie exceptés) [1], survenus sur les chemins de fer russes, ainsi que sur le nombre des personnes qui ont été atteintes, soit par suite du mouvement des trains, soit autrement, ainsi qu'il est indiqué dans les entêtes des colonnes correspondantes.

---

[1] Voir l'article 5 du chapitre II de la quatrième partie du présent « Aperçu ».

Nombre des accidents de chemins de fer.

A		Longueur des chemins de fer en exploitation à la fin de 1890 (1).	NOMBRE DES ACCIDENTS.											
			DÉRAILLEMENTS.			COLLISIONS.			ACCIDENTS DIVERS.			TOTAL.		
			Sur les lignes.	Aux stations.	Total.	Sur les lignes.	Aux stations.	Total.	Sur les lignes.	Aux stations.	Total.	Sur les lignes.	Aux stations.	Total.
En général sur les chemins de l'État et les chemins de fer privés, excepté le Transcaspien (1,433 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande 1,729 verstes.	1890	(26,679) 27,238	173	244	417	32	135	167	395	369	764	600	748	1,348
	1889	(26,314) 26,554	148	131	279	21	88	109	296	170	466	465	389	854
	1888	(25,574) 26 133	129	163	292	20	117	137	370	253	623	519	533	1,052
	1887	(24,780) 25,367	95	152	247	17	58	75	228	256	484	310	466	806
	1886	(24,295) 24,508	100	149	249	8	36	44	216	231	447	324	416	740
	1885	(23,535) 24,041	99	188	287	11	54	65	306	231	537	416	473	889
	1884	(22,507) 23,039	108	143	251	18	46	64	256	180	436	382	369	751
	1883	(21,901) 22,215	134	173	307	15	95	110	287	212	499	436	480	916
Total en 8 ans.		(195,585) 199,095	986	1,343	2,329	142	629	771	2,354	1,902	4,256	3,482	9.874	7,356
Moyenne par an.		(24,448) 24,987	123.25	167 88	291.13	17.75	78.62	96.37	294.25	237 75	532.00	435.25	484.25	919.50

(1) Les chiffres entre parenthèses renseignent les longueurs moyennes exploitées.

Accidents de personnes.

B	Longueur des chemins de fer en exploitation à la fin de 1890 (1).	Chiffre total des voyageurs.	Chiffre total des verstes parcourues par les voyageurs.	Chiffre total des verstes parcourues par les trains.	NOMBRE DES ACCIDENTS DE PERSONNES. — VOYAGEURS. — TOTAL.			RÉPARTITION DU CHIFFRE TOTAL — SUIVANT L'ESPÈCE D'ACCIDENT. — Déraillements.		Collisions.		Autres circonstances.		SUIVANT LA CAUSE DE L'ACCIDENT. — Sans la faute des victimes.		Par la faute ou l'imprudence des victimes.	
					Tués.	Blessés.	Total.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.
En général sur les chemins de l'État et les chemins de fer privés, excepté le Transcaspien (1,313 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,759 verstes). 1890	(26,679) 27,238	46,504,675	4,699,634	123,996,303	28	103	131	...	1	...	...	28	102	...	2	28	101
1889	(26,314) 26,554	45,005,162	4,489,767	122,260,951	29	77	106	...	...	...	3	29	74	...	3	29	74
1888	(25,574) 26,133	42,966,254	4,350,769	120,366,542	52	153	205	19	35	13	38	20	80	32	74	20	79
1887	(24,780) 25,367	38,159,092	3,741,775	110,302,841	19	88	107	...	1	...	...	19	87	...	4	19	84
1886	(21,295) 24,508	37,884,601	3,672,163	101,101,534	18	98	116	...	27	...	...	18	71	...	28	18	70
1885	(23,535) 24,041	37,585,945	3,683,248	103,074,889	31	72	103	1	12	1	1	29	59	3	15	28	57
1884	(22,507) 23,039	37,799,147	3,748,167	104,807,305	25	85	110	1	2	1	1	23	82	2	4	23	81
1883	(21,901) 22,215	37,561,107	3,829,482	102,537,334	24	78	102	...	...	...	2	24	76	...	3	24	75
1882	(21,321) 21,593	37,209,482	3,701,974	97,034,998	61	123	187	35	38	1	15	28	70	36	57	28	66
1881	(21,231) 21,262	34,439 332	2,485,203	93,365,346	24	102	126	6	42	...	10	18	50	6	53	18	49
1880	(21,126) 21,226	33,687,305	3,517,864	93,023,792	23	68	91	1	12	3	14	19	42	4	28	19	40
Total en 11 ans.	(259,263) 263,176	428,802,102	42,920,046	1,171,871,835	337	1,017	1 384	63	170	19	84	255	793	83	271	254	773
Moyenne par an.	(23,569) 23,925	38,982,009	3,9[illegible]1,822	106,533,803	30.64	95.18	125.82	5.73	15.45	1.73	7.64	23 18	72.09	7.55	24.64	23.09	70.54

(1) Les chiffres entre parenthèses renseignent les longueurs moyennes exploitées.

Accidents de personnes.

C		NOMBRE DES ACCIDENTS DE PERSONNES.																			
		VOYAGEURS.									EMPLOYÉS ET OUVRIERS DES CHEMINS DE FER.										
		MOYENNES.									TOTAL.			RÉPARTITION DU CHIFFRE TOTAL. SUIVANT LA NATURE DES ACCIDENTS.							
		Par 1 million de voyageurs.			Par 1 million de voyageur-verstes.			Par 1 million de train-verstes.						Déraillements.		Collisions.		Manœuvres.		Autres circonstances.	
		Tués.	Blessés.	Total.	Tués.	Blessés.	Total.	Tués.	Blessés.	Total.	Tués.	Blessés.	Total.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.
En général sur les chemins de l'État et les chemins de fer privés, excepté le Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,759 verstes).	1890	0.60	2.22	2.82	0.006	0.022	0.028	0.23	0.83	1.05	209	486	695	1	20	5	33	58	247	145	186
	1889	0.64	1.72	2.36	0.007	0.017	0.024	0.24	0.63	0.87	197	470	667	3	23	2	20	82	251	110	176
	1888	1.21	3.56	4.77	0.012	0.035	0.017	0.43	1.27	1.70	217	522	739	4	39	4	38	65	250	144	195
	1887	0.50	2.30	2.80	0.005	0.024	0.029	0.17	0.80	0.97	185	409	594	6	36	4	14	46	156	129	203
	1886	0.46	2.58	3.04	0.005	0.027	0.032	0.18	0.96	1.14	153	370	523	4	21	2	7	44	129	103	213
	1885	0.83	1.92	2.75	0.008	0.020	0.028	0.30	0.70	1.00	164	342	506	4	14	4	15	44	138	112	175
	1884	0.66	2.25	2.91	0.006	0.023	0.029	0.25	0.83	1.08	172	387	559	2	27	4	16	54	163	112	181
	1883	0.64	2.08	2.72	0.006	0.020	0.026	0.23	0.76	0.99	211	456	667	4	26	3	20	71	198	133	212
	1882	1.72	3.31	5.03	0.018	0.033	0.051	0.66	1.27	1.93	214	427	641	7	22	4	33	64	135	139	237
	1881	0.70	2.96	3.66	0.007	0.030	0.037	0.26	1.09	1.35	198	459	657	4	36	3	27	53	168	138	228
	1880	0.68	2.02	2.70	0.006	0.020	0.026	0.24	0.74	0.98	235	474	709	3	24	9	43	66	194	157	213
Total en 11 ans.		0.79	2.44	3.23	0.008	0.024	0.032	7.29	0.89	1.18	2,155	4,802	6,957	42	288	44	266	647	2,029	1,422	2,219
Moyenne par an.											195.91	436.54	632.45	3.82	26.18	4.00	24.18	58.82	184,45	129.27	201.73

Accidents de personnes.

D	NOMBRE DES ACCIDENTS DE PERSONNES. EMPLOYÉS ET OUVRIERS DES CHEMINS DE FER. RÉPARTITION DES ACCIDENTS. CAUSE. Sans la faute des victimes.		Par la faute ou l'imprudence des victimes.		EMPLOI DE LA VICTIME. Mécaniciens ou leurs aides et chauffeurs.		Chefs conducteurs et conducteurs.		Aiguilleurs.		Agents employés à l'accrochage des wagons et à la formation des trains.		Gardes-barrières.		Autres emplois.		MOYENNES. Pour 1 million de train-verstes.		
	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Total.
En général sur les chemins de l'État et les chemins de fer privés, excepté le Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,759 verstes). 1890	6	67	203	419	8	54	22	76	23	58	12	63	57	40	87	195	1.69	3.92	5.61
1889	4	63	193	407	4	47	13	82	19	49	14	58	53	47	94	187	1.61	3.85	5.46
1888	18	112	199	410	8	48	28	96	22	47	12	50	68	43	79	238	1.80	4.31	6.14
1887	14	77	171	332	3	41	25	72	19	40	9	49	62	49	67	158	1.68	3.71	5.39
1886	9	62	144	308	8	40	8	69	18	33	9	39	57	48	53	141	1.51	3.66	5.17
1885	13	54	151	288	10	25	24	55	10	31	10	34	55	44	55	153	1.59	3.32	4.91
1884	13	68	159	319	12	40	16	70	12	28	13	43	46	46	73	160	1.69	3.80	5.49
1883	14	78	197	378	10	61	24	60	20	46	15	64	62	49	80	176	2.06	4.45	6.51
1882	17	72	197	355	11	56	25	61	18	36	12	47	69	47	79	180	2.20	4.10	6.60
1881	17	89	181	370	12	73	26	90	17	45	10	57	52	30	81	164	2.12	4.91	7.03
1880	20	103	215	371	16	74	22	75	14	57	16	67	70	37	97	164	2.52	5.08	7.60
Total pour 11 ans.	145	845	2,010	3,957	102	559	233	806	192	470	132	571	631	480	845	1,916	1.84	4.10	5.94
Moyenne par an.	13.18	76.82	182.73	359.72	9.27	50.82	21.18	73.27	17.46	42.73	12.00	51.91	59.18	43.63	76.82	174.18			

Accidents de personnes.

E		NOMBRE DES ACCIDENTS DE PERSONNES.																				
		ÉTRANGERS AU CHEMIN DE FER.										TOTAL DES ACCIDENTS DE PERSONNES.										
		Sans la faute des victimes.		Par la faute ou l'imprudence des victimes.		TOTAL.			MOYENNES. Par 1 million de train-verstes.			Sans la faute des victimes.		Par la faute ou l'imprudence des victimes.		TOTAL.			MOYENNES. Pour 1 million de train-verstes.			De ce nombre : Suicides ou tentatives de suicide.	
		Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Total.	Tués.	Blessés.	Total.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Total.	Tués.	Blessés.	Total.	Tués.	Blessés.
En général sur les chemins de l'État et les chemins de fer privés, excepté le Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,759 verstes).	1890	7	8	321	316	328	324	652	2.65	2.61	5.26	13	77	552	836	565	913	1,478	4.56	7.36	11.92	80	15
	1889	2	11	333	269	335	280	615	2.74	2.29	5.03	6	77	551	750	561	827	1,388	4.59	6.76	11.35	68	25
	1888	7	15	253	232	260	247	507	2.16	2.05	4.21	57	201	472	721	529	922	1,451	4.39	7.66	12.05	70	10
	1887	6	14	234	186	240	200	440	2.18	1.81	3.99	20	95	424	602	444	697	1,141	4.02	6.32	10.34	70	12
	1886	2	12	212	173	214	185	399	2.12	1.83	3.95	11	102	374	551	385	653	1,038	3.81	6.46	10.27	62	14
	1885	10	9	216	160	226	169	395	2.19	1.64	3.83	26	78	395	505	421	583	1,004	4.08	5.66	9.94	73	9
	1884	11	14	212	168	223	182	405	2.19	1.78	3.97	26	86	394	568	420	654	1,074	4.13	6.42	10.55	51	14
	1883	9	12	195	171	204	183	387	1.99	1.79	3.78	23	93	416	624	439	717	1,156	4.29	6.99	11.28	50	8
	1882	5	12	165	154	170	166	336	1.75	1.71	3.46	58	141	390	575	448	716	1,164	4.61	7.38	11.99	44	11
	1881	8	11	150	146	158	157	315	1.69	1.68	3.37	31	153	349	565	380	718	1,098	4.07	7.69	11.76	42	15
	1880	3	7	173	126	176	133	309	1.89	1.42	3.31	27	138	407	537	434	675	1,109	4.65	7.24	11.89	52	12
Total en 11 ans.		70	125	3,464	2,101	2,534	2,226	4,760	2.16	1.90	4.06	298	4,728	1,241	6,834	5 026	8.075	13,101	4.29	6.89	11·18	662	145
Moyenne par an.		6.36	11.37	224.00	191.00	230.36	202.37	432.73				27.09	429.82	112.82	621.27	456.91	734.09	1,191,00				60.18	13.18

Accidents de personnes.

F	NOMBRE DES ACCIDENTS DE PERSONNES LORS DU CHARGEMENT OU DU DÉCHARGEMENT, DANS LES ATELIERS, PENDANT LES TRAVAUX DE CONSTRUCTION, ETC.							TOTAL DES ACCIDENTS DE PERSONNES PAR SUITE DU MOUVEMENT DES TRAINS OU D'AUTRES CAUSES.							Accidents de personnes n'ayant pas de rapport direct avec les chemins de fer (morts subites, tentatives d'assassinat, foudroiements, etc.).		
	Sans la faute de la victime.		Par la faute ou l'imprudence de la victime.		EN GÉNÉRAL.			Sans la faute de la victime.		Par la faute ou l'imprudence de la victime.		EN GÉNÉRAL.					
	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Total.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Tués.	Blessés.	Total.	Tués.	Blessés.	Total.
En général sur les chemins de l'État et les chemins de fer privés, excepté le Transcaspien (1,343 verstes), qui est du ressort du ministère de la guerre, et les chemins de fer du grand-duché de Finlande (1,759 verstes). 1890	4	54	20	380	24	434	458	17	131	572	1,216	589	1,347	1,936	137	111	248
1889	5	39	14	274	19	313	332	11	116	569	1,024	580	1,140	1,720	170	86	256
1888	6	66	12	302	18	368	386	63	267	484	1,023	547	1,290	1,837	163	78	241
1887	22	72	23	301	45	373	418	42	167	447	903	489	1,070	1,559	141	79	220
1886	11	62	24	278	35	340	375	22	164	398	829	420	993	1,413	129	52	181
1885	3	43	16	224	19	267	286	29	121	411	729	440	850	1,290	122	38	160
1884	7	34	17	181	24	215	239	33	120	411	749	444	869	1,313	101	39	140
1883	6	37	12	215	18	252	270	29	130	428	839	457	969	1,426	97	22	119
1882	1	43	8	160	9	203	212	59	184	398	735	457	919	1,376	112	39	151
1881	5	26	16	204	21	230	251	36	179	365	769	401	948	1,349	132	32	164
1880	6	51	15	253	21	304	325	33	189	422	790	455	979	1,434	129	46	175
Total en 11 ans. .	76	527	177	2,772	253	3,299	3,552	374	1,768	4,905	9,606	5,279	11,374	16,653	1,443	632	2,055
Moyenne par an. .	6.91	47.91	16.09	252.00	23.00	299.91	322.91	34.00	374	445.91	875.27	479.91	1,034.00	2,513.91	130,27	56.55	186.82

De l'examen de ces tableaux, il résulte clairement les remarques suivantes :

Déraillements. — Le nombre des déraillements est moindre sur les lignes qu'aux stations. Ne s'ensuit-il pas qu'il faut chercher la première cause de cette différence dans la négligence des aiguilleurs et dans le peu d'attention que l'on apporte aux manœuvres des trains ?

Collisions. — Le nombre des collisions est beaucoup plus élevé aux stations que sur la voie. Cela provient en partie de ce que les trains sont resserrés sous le rapport de l'espace plutôt que du temps, ce qui amène leur encombrement aux gares. Mais presque toujours, c'est le résultat du manque d'attention de la part des agents, étant donnés le peu de centralisation qui existe le plus souvent dans la manœuvre des signaux et des aiguilles et l'immense étendue qu'embrassent les gares principales.

Accidents divers. — Cette catégorie comprend les cas les plus divers, sans en excepter même les plus insignifiants. Néanmoins, le chiffre toujours croissant de ces derniers dépend surtout de la rigueur plus grande que l'on apporte chaque année dans l'enregistrement des accidents de chemins de fer.

Accidents de personnes. Voyageurs. — Comme le tableau l'indique, le chiffre des victimes des déraillements est beaucoup plus élevé que celui des collisions. Cela tient sans doute à ce qu'une assez grande proportion des déraillements surviennent lors de l'accélération du mouvement, tandis que les collisions qui se produisent aux stations coïncident avec une diminution de vitesse. Le chiffre des victimes par train-verste n'accuse pas de variations notables d'année en année.

Agents et ouvriers. — La majeure partie des personnes de cette catégorie ont encouru des accidents pendant les évolutions du matériel roulant. Les *cas* désignés sous le titre *divers* ont fourni un contingent considérable de victimes, et il est regrettable que l'on ait ainsi généralisé les accidents de cette catégorie, car ce sont surtout les agents et les ouvriers qui ont pâti des accidents fâcheux consignés dans les tableaux. Quant au risque relatif que courent les personnes attachées à tel ou tel service, il faut signaler en première ligne les garde-ligne et les conducteurs de toutes les dénominations. Les aiguilleurs et les agents préposés à la formation des trains ou à l'accrochage des wagons fournissent aussi une énorme proportion de victimes, ce qu'expliquent suffisamment le surcroît de manœuvres faites en dehors des règlements, l'étroitesse de certaines stations et des conditions climatériques exceptionnellement défavorables, comme la longueur des nuits, le verglas, etc. Le chiffre moyen des accidents d'agents et d'ouvriers pour un train-verste est également assez constant.

Personnes étrangères au chemin de fer. — Les données enregistrées ne permettent de rien déduire de ces accidents, si ce n'est peut-être que les chemins russes, traversant presque partout les routes et les rues des villes, sont parsemés d'une grande

quantité de passages à niveau qui donnent lieu à des accidents de toute sorte. L'accès des voies du réseau russe est, en outre, ouvert au public dans toute son étendue, car les lignes ne sont protégées par aucune clôture. Quant à rendre qui que ce soit responsable d'un stationnement volontaire sur la voie, les chemins de fer ne peuvent pas même y songer.

En abordant enfin le total général des accidents de toute nature, il est impossible de passer sous silence l'énorme proportion des personnes qui sont victimes de leur propre imprudence. Quel que soit le scepticisme qu'éveille la mention de la « propre faute ou de l'imprudence de la victime », il faut reconnaître cependant l'indéniabilité d'un fait notoire qui est attesté avec persistance par des documents établis sous le témoignage des agents de la police des chemins de fer et sous le contrôle de la justice.

2. — Statistique des accidents.

L'enregistrement des accidents se fait avec une rigueur pédantesque sur les chemins de fer russes, d'après une procédure et des formalités réglées dans le plus grand détail par le Ministère des voies de communication. Les procès-verbaux et les rapports sont établis sous la surveillance immédiate de l'inspection gouvernementale et de la police des chemins de fer. La presse périodique suit, en outre, avec une telle attention les moindres dérogations à la régularité et à la sécurité du service des chemins de fer, qu'il serait de toute impossibilité de dissimuler ou de dénaturer un accident quelque peu sérieux. En 1890 parut une circulaire du Ministère des voies de communication, qui enjoignit à toutes les Administrations de chemins de fer de répondre aux articles des journaux signalant un désordre quelconque. De leur côté, les Administrations elles-mêmes, conscientes de la responsabilité matérielle et morale qui leur incombe, ainsi que de l'insouciance qui forme le trait caractéristique du peuple russe dans le sein duquel se recrute l'immense majorité des agents de chemins de fer, organisèrent partout, avec un zèle digne de louange, une surveillance si active sur les employés, qu'aucune infraction aux règles établies pour garantir la sécurité ne reste sans une répression quelquefois même très sévère.

3. — Principales mesures de sécurité.

Pour autant que les moyens le permettent et qu'une nécessité réelle l'exige, on prend en Russie les mêmes mesures qu'à l'étranger pour prévenir les accidents. Pendant les dix dernières années, on a introduit partout les rails d'acier; le renouvellement complet des rails et des traverses a lieu le plus souvent avant le terme de leur usure. Les bandages sont l'objet d'une continuelle surveillance; le matériel roulant est muni de freins automatiques dans les trains ayant une vitesse de plus de 50 verstes. Les types des stations se perfectionnent avec l'adoption des appareils d'enclenchement des aiguilles et des signaux, et avec la suppression des aiguilles en pointe, adoption et suppression qui sont quelquefois même poussées à l'extrême. Malheureusement, la situation financière

de la plupart des voies ne permet pas d'appliquer sur une vaste échelle l'interlocking-system. Pour ce qui est du personnel, outre les mesures prises pour assurer autant que possible son bon recrutement, on remarque des indices d'une plus grande sévérité pour le choix des employés dans l'exigence d'un plus grand degré d'instruction et dans l'établissement de concours pour l'admission au service. En même temps, la sévérité do la surveillance de la police et de la justice ne fait que s'accroître, de sorte que le temps n'est pas loin où il faudra invoquer l'autorité des lois pour revendiquer en faveur des employés de chemins de fer les droits dont jouissent les autres sujets de l'Empire.

C'est une idée de ce genre qui a été émise, il y a quelques années, dans un article publié par l'*Ingénieur* de Kiev. L'auteur, M. J. de Sytenko, signalait les défauts de la procédure actuelle et proposait : 1° l'intervention obligatoire de l'inspecteur gouvernemental en qualité d'expert pendant l'instruction judiciaire; 2° de déférer le côté technique de l'instruction à des employés particuliers du Ministère des voies de communication, qui, à force de s'occuper des affaires de ce genre, finiraient par s'en faire une spécialité; 3° l'institution de conférences de spécialistes pour étudier les questions relatives à la sécurité; 4° la création d'une commission spéciale pour élaborer les règlements d'une procédure judiciaire se rattachant aux particularités de l'exploitation des chemins de fer, et 5° d'écarter du ressort des tribunaux communs les cas qui ne comportent pas d'accidents de personnes.

CHAPITRE IV

Organisation du service du mouvement et du service du télégraphe,

Par M. DE RICHTER

- - - - -

Considérations générales.

Si un aperçu général de l'organisation du service du mouvement et du télégraphe des chemins de fer russes ne comprenait que les règles édictées par le gouvernement ou établies avec son approbation, il n'offrirait certainement rien de bien intéressant, parce qu'il ne ferait que reproduire le plus souvent l'image fidèle de ce qui existe à l'étranger, et surtout en France. Mais l'intérêt d'un pareil aperçu s'impose et grandit s'il embrasse les conditions locales et économiques de cette partie de l'administration. Ces conditions dépendent directement du *recrutement des employés et de l'organisation du travail*, c'est-à-dire de la répartition des attributions et de la concentration des pouvoirs, dont l'importance spéciale dans le service du mouvement consiste en ce que celui-ci exige un personnel beaucoup plus considérable qu'aucune autre partie de l'administration des chemins de fer.

De l'avis de la Commission d'enquête sur l'industrie des chemins de fer en Russie, il est impossible d'édicter des règles communes à tous les chemins de fer relativement au nombre des employés et aux heures de travail. Les différentes lignes ne se trouvent pas dans les mêmes conditions climatériques; le personnel se recrute parmi des hommes de races diverses, dont le degré d'aptitude au service est loin d'être le même; l'intensité du trafic est très différente sur les diverses lignes et, enfin, les appareils mécaniques dont les agents ont la surveillance peuvent être des plus variés. La Commission a trouvé que le salaire moyen des agents de chemins de fer, à l'exception des fonctionnaires supérieurs, est assez médiocre et que leur avenir n'est point assuré. Le nombre des caisses d'épargne était insignifiant et la solvabilité de la plupart d'entre elles incertaine, puisqu'il n'existait point, lors de l'enquête de la Commission, de statuts de caisses de retraite approuvés et garantis par le gouvernement.

Le rôle prépondérant, parmi les conditions dont dépend cet état de choses, appartient

au chiffre total des dépenses exigées par cette branche de l'administration. Voici les dépenses pour les dix dernières années :

ANNÉES.	Longueur des lignes en exploitation à la fin de l'année (1).	DÉPENSES DU SERVICE DU MOUVEMENT.			
		En général.	Par verste de ligne.	Par train-verste.	Pour-cent par rapport à la dépense totale.
	Verstes.	Roubles.	Roubles.	Copecks.	P. C.
1890.	(26,679) 27,238	25,791,268.67	966.72	20.8	15.0
1889.	(26,314) 26,554	25,808,526.81	980.79	21.1	15.3
1888.	(25,574) 26,133	25,777,206.47	1,007.94	21.4	16.1
1887.	(24,780) 25,367	22,634,344.11	913.41	20.5	15.7
1886.	(24,295) 24,508	20,824,746.94	857.16	20.6	14.7
1885.	(23,535) 24,041	20,975,256.24	891.24	20.3	14.8
1884.	(22,507) 23,039	20,968,234.08	931.63	20.6	14.6
1883.	(21,901) 22,215	20,981,801.69	958.03	20.4	14.2
1882.	(21,321) 21,593	19,532,541.82	916.12	20.1	13.5
1881.	(21,231) 21,262	19,112,097.16	900.20	20.5	13.2
1880.	(21,126) 21,226	18,698,506.76	885.09	20.1	12.3

(1) Les chiffres entre parenthèses indiquent la longueur moyenne exploitée.

On voit, par ce tableau, que le total de la dépense a augmenté de 18.7 à 25.8 millions de roubles pendant cette période décennale, et de 885.1 à 966.7 roubles par verste de ligne par an. Cette dépense accuse en même temps une notable fixité dans la moyenne par train-verste (de 20.1 à 20.8), bien que, comme on l'a démontré plus haut, on remarque aussi une certaine augmentation dans la moyenne de la composition des trains. Ainsi, malgré la fixité d'une certaine partie de cette dépense, elle est sujette cependant à des variations par suite de la fluctuation des éléments qui caractérisent le mouvement sur les chemins de fer russes.

Comme signe apparent de cette mobilité, parfois forcée, on peut citer l'instabilité des cadres du personnel, surtout dans le service des stations et celui des trains, sanctionnée par le gouvernement lui-même, lors de l'uniformisation récente des budgets et des comptes rendus. Au nombre des crédits variables sont comprises, pour le service du mouvement, les dépenses : *a*) de chargement et de déchargement des bagages et des marchandises par les stations et de manœuvre des wagons à main d'homme ou par chevaux; *b*) pour l'approvisionnement des stations en accessoires divers nécessaires au transport des marchandises; *c*) pour l'entretien des équipes des gardes de trains.

Les premières dépenses sont comptées par 1,000 pouds de marchandises chargées et

déchargées; les deuxièmes le sont par 1,000 pouds de marchandises transportées, et les troisièmes par 100 train-verstes (de voyageurs et de marchandises) correspondants. D'après les règlements des prévisions de dépenses projetés par le gouvernement, ce n'est pas aux sommes globales qu'il faut rapporter l'allocation des crédits variables, mais seulement aux unités qui forment la base du calcul.

1. — Organisation du personnel et division du travail.

Les renseignements donnés précédemment sur le caractère et les proportions du mouvement au point de vue commercial et technique des chemins de fer russes, montrent suffisamment la faiblesse relative du trafic sur la plupart des lignes, excepté celles qui aboutissent aux frontières et aux ports. Dans ces conditions, la majorité des chemins de fer a jugé préférable de donner le plus grand nombre d'attributions possible aux mêmes agents. Il en résulte directement l'indivisibilité de la partie technique et commerciale de l'exploitation; aussi n'existe-il de fonctions de chefs du service commercial proprement dit que sur un nombre très restreint de chemins de fer. Il s'ensuit encore la réunion du service technique et commercial à toutes les stations, dans la personne des mêmes agents. Dans ces conditions, il est étrange de voir que le télégraphe constitue un service à part; mais cela s'explique par l'extrême développement des relations télégraphiques, qui rappelle beaucoup les chemins américains, à cause de la grande extension des lignes avec un nombre restreint de trains rapides, et du nombreux personnel du télégraphe, rendu nécessaire par la grande étendue des stations. Ajoutons encore que l'exploitation d'un grand nombre de chemins de fer (à voie unique) se fait presque exclusivement par voie télégraphique.

Si, malgré les conditions économiques énoncées ci-dessus, la division du travail atteint un haut degré sur les lignes russes, c'est en vertu d'une spécialisation plutôt apparente que réelle des emplois. Souvent des emplois de la même nature portent des dénominations différentes, surtout dans les grandes stations. Dans certains cas, la division du travail actuelle est prescrite par les fonctionnaires de l'inspection gouvernementale. Les règlements de 1883 déterminent de point en point la constitution du service du mouvement, avec indication du but des divers emplois et de leur division en emplois obligatoires et non obligatoires, la fixation des heures de travail et de repos, ainsi que le maximum de durée du service consécutif.

D'après le témoignage de la Commission d'enquête sur l'exploitation des chemins de fer en Russie, l'organisation de l'Administration des chemins de fer russes a été avant tout modelée sur celle des chemins de fer étrangers, et principalement sur celle des chemins de fer français. La partie administrative et la partie technique sont confiées ordinairement à une seule personne qui reçoit le nom de directeur; la partie économique est le plus souvent sous la surveillance de la direction elle-même, dont relève aussi le contrôle. Les chefs des différents services et les chefs des circonscriptions sont sous les ordres immédiats du directeur.

Relativement au service du mouvement, il est nécessaire de noter une certaine anomalie qui existait à cette époque.

« Le service de l'exploitation », dit M. V. Troïtsky, auteur d'un rapport sur les stations de triage, « était considéré comme peu rétribué et offrant peu d'avenir. Une fois la période de construction passée, les ingénieurs, tout en restant attachés au service de l'exploitation des chemins de fer, bornaient leur activité aux réparations de la voie, des bâtiments et du matériel roulant; jusque dans ces derniers temps, ils n'entraient pas au service de l'exploitation (du mouvement), par suite de leur méconnaissance de ses exigences. Cette situation anormale du plus important des services a occasionné pendant les périodes de grande activité du trafic des pertes et de graves embarras aux Compagnies des chemins de fer.

« Qui ne connaît dans quels rapports se trouve actuellement le service du mouvement avec les autres services? Aucune de ses exigences n'est accomplie au gré de ses désirs et il n'a pas l'influence nécessaire pour faire prévaloir ce qu'il réclame dans l'intérêt de la ligne. Il s'ensuit que ce n'est pas le service du mouvement qui est maître des transports, comme cela devrait être, mais qu'il se trouve lui-même à la merci de conditions qui entrent directement en conflit avec ses exigences. »

M. E. Zlotnitsky, homme très compétent, dans sa « Note sur la question du parc des wagons » (*Journal du Ministère des voies de communication*, 1880), combat la proposition de M. l'ingénieur Demtchinsky (développée dans le même journal), de confier les postes des chefs du mouvement exclusivement à des ingénieurs des voies de communication, afin de remédier à ce qu'il y a aujourd'hui d'anormal dans la situation de ce service. Il dit, entre autres choses :

« Nous le répétons encore une fois, le service du mouvement est exclusivement un service de pratique et d'expérience personnelle... De deux choses l'une : si le service du mouvement entre dans la spécialité des ingénieurs, rien de plus naturel que la mesure recommandée par l'auteur; mais si c'est exclusivement une affaire de pratique et d'expérience personnelle, la proposition de M. Demtchinsky paraît inspirée par un esprit de corporation. »

D'après M. Zlotnitsky, l'auteur confond deux choses : le chemin de fer proprement dit, c'est-à-dire sa construction ainsi que sa réparation, et l'exploitation commerciale de l'entreprise. La première est purement du ressort des ingénieurs; la seconde ne sortira du domaine de la pratique et de l'expérience personnelle que lorsqu'on aura fondé une école de l'exploitation commerciale, dont les élèves seront sans doute spécialistes; *mais, pour le moment, il n'éxiste d'autre école de ce genre que les chemins de fer en cours d'exploitation.*

Cependant, M. Zlotnitsky perd évidemment de vue que les ingénieurs des voies de communication ou autres peuvent entrer dans cet institut tout aussi bien que les personnes qui n'ont pas fait d'études spéciales, et rien ne donne lieu de croire qu'ils y montreront moins de capacités.

Ce résumé des divers avis exprimés relativement à une question qui n'est pas encore tranchée, montre quelles sont actuellement les particularités spéciales du service de l'exploitation sur les chemins de fer russes. Ces particularités jouent chez nous un rôle assez important par suite de la disproportion qui se manifeste périodiquement à cause du caractère spécial de nos railways entre les nécessités du trafic et les moyens dont ils disposent, disproportion que l'on ne cesse d'attribuer à l'inhabileté des directeurs de l'exploitation.

Degré d'instruction et qualités requises. — Sur les lignes russes, à part la condition de ne confier les emplois purement techniques qu'à des candidats qui aient reçu une instruction technique convenable, il n'existe pas de règles relatives au degré d'instruction.

La connaissance (et l'usage) de la langue russe est, sous ce rapport, à peu près la seule exigence générale imposée par le gouvernement au personnel des chemins de fer, exigence, du reste, très compréhensible en présence des conditions ethnographiques si variées de la Russie, sur les chemins de fer de laquelle on trouve en regard du texte russe des instructions en polonais, en français, en allemand, en finlandais, en esthonien, en letton et même en arménien.

On exige de la part des candidats à certains emplois qu'ils passent un examen en rapport avec les fonctions qu'ils sont appelés à remplir, d'après un programme soumis à l'approbation du Ministère des voies de communication. Il n'y a encore que quelques programmes ayant reçu cette approbation, mais il y a des programmes non approuvés sur tous les chemins de fer.

En 1884, la ligne Nicolas (où l'auteur de la présente partie de l'*Aperçu* dirigeait le service de l'exploitation) a introduit des règlements déterminant le degré d'instruction et les qualités requises de la part des agents du service des stations et du service des trains.

C'est en 1870 que M. J. de Blioch a soulevé pour la première fois la question de l'établissement de programmes des connaissances indispensables à certains emplois concernant le service du mouvement, en même temps que la question de la codification de tous les règlements en vigueur sur les chemins russes. L'auteur du présent chapitre a de nouveau remis cette question à l'ordre du jour vers 1880, en même temps que celle de l'établissement de règles relatives à l'instruction générale.

Dans une des conférences des représentants du service du mouvement, tenue à Moscou en 1885, le président, M. Adadourov, attira l'attention spéciale des assistants sur la question suivante du programme : composition de manuels renfermant les connaissances nécessaires à chaque espèce d'emploi du service du mouvement. Cette question était soumise à l'examen de la conférence par ordre du ministre des voies de communication sur la proposition du Département des chemins de fer en date du 21 mai 1885, n° 4102.

La conférence examina d'abord la question au point de vue du contenu des manuels rédigés sous forme de questions et de réponses, et vint à conclure qu'il devait être identique à celui des règlements correspondants.

Relativement aux règlements généraux sur les signaux, la conférence décida de publier un manuel spécial obligatoire pour tous les employés de chemins de fer sans exception. Quant aux règlements relatifs au mouvement, la conférence reconnut l'utilité d'en faire l'objet d'un des chapitres à introduire dans les manuels des obligations générales, conjointement avec les autres instructions et règlements.

La conférence, admettant la nécessité d'établir un certain degré d'instruction à exiger pour pour chaque emploi, décida de placer en tête des manuels le programme des connaissances minimums que doivent posséder les candidats *dans les conditions actuelles*.

Ensuite la conférence décida, à la majorité des voix, que les agents préposés à la composition des trains devaient savoir lire un texte imprimé ou manuscrit, ainsi que lire et écrire les chiffres. Les accrocheurs et les remplaçants des agents chargés de la formation des trains peuvent être illettrés, mais ils doivent bien connaître les règlements de la partie technique du mouvement

relatifs à cet emploi et contenus dans le manuel. On rédiga dans la même réunion les programmes des connaissances que doit posséder l'aspirant aux fonctions de chef de gare et son adjoint, c'est-à-dire l'agent appelé à le remplacer, ainsi que les manuels : 1° des devoirs des aiguilleurs; 2° des obligations générales imposées à tous les employés du mouvement; 3° des règlements relatifs aux signaux; 4° des obligations du conducteur garde-freins; 5° des obligations du chef de train; et 6° des obligations des accrocheurs et des agents chargés de la formation des trains.

Tous ces manuels furent envoyés à tous les chemins de fer en vue de recueillir les observations sur leur rédaction.

La session suivante des représentants du service du mouvement se livra à l'examen des observations faites sur ces manuels par les directions des chemins de fer; les manuels furent revisés et définitivement approuvés après quelques changements.

Pour ce qui concerne les aptitudes physiques des employés, tous les chemins de fer soumettent les candidats à la visite du service médical, dont l'attention est portée essentiellement sur le daltonisme. D'excellentes considérations sur l'amélioration de cette question ont été exposées par le docteur Herzenstein dans le journal du Ministère des voies de communication, l'*Ingénieur*, année 1885.

En outre, il existe une limite d'âge (de 18 à 60 ans) pour certains emplois.

Règlements et instructions administratifs. — D'après les règlements en vigueur sur les chemins, tout agent de l'exploitation doit être muni des instructions approuvées par le délégué de l'inspection de police technique.

Ces instructions sont soumises à l'approbation de cette inspection, afin de prouver qu'elles ne contiennent rien de contraire aux lois, aux arrêtés ou aux décisions du gouvernement, et que les mesures d'exception à ces lois ou arrêtés sont provoquées par la sécurité du mouvement et autres conditions spéciales de la ligne. Cette vérification des instructions doit avoir lieu dans le courant de deux semaines. Les questions en litige entre l'inspection et les Administrations des chemins de fer privés sont soumises à la décision du Ministère des voies de communication endéans les trois semaines, et en même temps les instructions entrent en vigueur sous la responsabilité du directeur de la ligne. Il n'est pas inutile de remarquer qu'en général le nombre des règlements qui embrassent les différentes branches de l'administration des chemins de fer des diverses lignes n'est pas grand. Les chemins de fer de la Grande Société (surtout la ligne de Nijni-Novgorod), du Sud-Ouest et de Moscou-Koursk possèdent les meilleurs règlements. Par contre, le nombre des instructions qui déterminent les attributions des différentes catégories du personnel actif est très considérable en ce qui concerne la partie technique, et nul en ce qui concerne l'Administration et la comptabilité.

La question de la codification des règlements et des instructions en vigueur sur les chemins de fer russes soulevée en 1870, ainsi qu'il a été dit plus haut, et présentée à l'examen de la Conférence générale, n'a pas rencontré la sympathie nécessaire. Cela provient de ce que personne n'était disposé à consacrer ses peines à la solution de ce problème, du manque d'organisation et, en partie, de ce que les chefs d'Administrations les plus intéressés n'avaient pas conscience de l'utilité pratique du but à atteindre. Certains

chemins de fer ont cependant fait diverses tentatives d'une codification complète de toutes les dispositions, règlements et instructions en vigueur [1].

2. — Direction locale et services extérieurs.

CHEF DU MOUVEMENT (OU DE L'EXPLOITATION). — C'est au chef de service du mouvement qu'incombe directement la responsabilité de la gestion et de l'ordre de ce service, sous la direction générale du directeur de la ligne. Cet emploi, d'après les règlements mentionnés plus haut, peut être compatible avec celui de directeur de la ligne ou de chef d'un autre service. Pour autant que nous le sachions, cette disposition reste sans application, comme le prouvent d'ailleurs les données statistiques rapportées plus loin. En vertu des règlements en vigueur, tout ce que l'on exige pour cet emploi important auquel se rattachent de si grandes responsabilités, c'est la connaissance *des règlements relatifs au service du mouvement, des décisions du gouvernement communes à tous les chemins de fer et des règlements concernant les autres services*, qui ne revêtent pas un caractère purement technique.

Le chef du mouvement a sous sa surveillance tous les transports soit de voyageurs, soit de marchandises qui se font sur la ligne, ainsi que tout le personnel du service du mouvement : celui des stations, des trains, etc. D'après les règlements en vigueur, les chefs du mouvement doivent se préoccuper des moyens de transport nécessaires, faire établir le tableau de la marche des trains et les graphiques, veiller à la composition et à la marche régulière des trains, ainsi qu'à la bonne tenue des locaux des stations et des wagons; c'est aussi à eux que revient le soin de compléter les cadres du service qui leur est confié, de répartir les attributions entre les agents et de les munir d'instructions. Ce court aperçu suffit à montrer que les fonctions de chef du mouvement sur les chemins de fer russes diffèrent peu de celles du même emploi sur les chemins de l'Europe occidentale et surtout sur ceux de la France. La plupart des chefs actuels du mouvement et de leurs adjoints ont passé par plusieurs emplois de ce service, débutant souvent par celui de comptable dans une gare.

Il n'est pas rare de rencontrer parmi ces employés des ingénieurs des voies de communication, d'anciens militaires et quelquefois même des personnes faisant partie de l'armée de réserve.

CHEFS DES CIRCONSCRIPTIONS OU GROUPES DE L'EXPLOITATION. — Ces emplois ne sont pas obligatoires et n'existent que sur quelques chemins d'une étendue considérable, tels que ceux du Sud-Ouest, de Saint-Pétersbourg-Varsovie, etc.

Néanmoins, sur la plupart des chemins, les circonscriptions de l'exploitation de 100 à 300 verstes de longueur sont sous la gestion immédiate des contrôleurs du mouvement,

[1] Parmi les plus systématiques des publications de ce genre, on peut citer le recueil composé par l'auteur du présent chapitre en 1883 et 1891 pour les lignes Nicolas et de Saint-Pétersbourg-Varsovie.

dont les attributions sont analogues à celles des chefs des circonscriptions là où il en existe.

Les chefs des circonscriptions sont directement chargés, sous la haute surveillance du chef de l'exploitation, de la direction et de l'organisation du service de leur circonscription; ils doivent aussi veiller à ce que leurs subordonnés observent les règlements. Les attributions particulières des chefs de circonscription consistent à fournir aux stations le matériel roulant qu'elles réclament, à répartir les wagons disponibles suivant les demandes, à autoriser la mise en marche ou les changements d'horaire des trains supplémentaires et extraordinaires, dans les limites de leur section. Ils prennent aussi une certaine part au choix des employés pour le service des stations et celui des trains, surveillent la marche des affaires de ces services; c'est pour cela que tous les rapports des chefs de gare et de train passent par leurs mains. Après avoir pris des décisions dans la limite de leurs attributions, les chefs des circonscriptions transmettent ces rapports au chef de l'exploitation, en y mentionnant leurs conclusions ainsi que les dispositions qu'ils ont prises. Quant au degré d'instruction requis de ces employés, on ne peut que répéter ce qui a déjà été dit des chefs de l'exploitation et de leurs adjoints; en somme, le chef de circonscription de l'exploitation est l'adjoint du chef du mouvement, administrant une certaine partie de la ligne.

Contrôleurs du mouvement (pour le service technique et le service commercial). — Les contrôleurs du mouvement sont sous la dépendance immédiate des chefs de l'exploitation sur les chemins de fer ou parties de chemins qui n'ont pas de chefs de circonscription, et sous la dépendance de ceux-ci sur les lignes où ils existent. Ces contrôleurs sont chargés de surveiller l'observation des règlements relatifs au service des stations et des trains sur une étendue de ligne ne dépassant pas le plus souvent 50 à 100 verstes. La sécurité, la ponctualité et la commodité du mouvement, la solution des questions commerciales, l'instruction des diverses éventualités et irrégularités, et l'accomplissement de missions spéciales, telles sont les attributions de ces employés. On ajoute une grande importance à ces fonctions, qui servent de trait d'union entre l'administration centrale et locale d'une part, et le service des stations et des trains de l'autre. Le degré d'instruction du personnel de ces deux derniers services n'étant pas très élevé, les contrôleurs jouent le double rôle d'instructeurs et d'interprètes des diverses dispositions émanant de l'Administration. La plupart des contrôleurs sont d'anciens chefs de stations et souvent d'anciens militaires.

Divisions de la direction du service du mouvement. — Auprès de la direction du chemin de fer, et par conséquent sous la dépendance immédiate du chef de l'exploitation, se trouvent les diverses divisions, où vient se concentrer tout ce qui concerne la gestion du service. La plupart des Administrations centrales se trouvant à Saint-Pétersbourg, à une distance plus ou moins considérable des directions locales, celles-ci ont besoin de très vastes bureaux pour l'expédition des affaires avec un personnel d'une importance correspondante. Les divisions de la direction du service sont au nombre de quatre.

Division technique. — Cette section comprend les affaires relatives au service des

wagons et au mouvement ainsi qu'au contrôle des trains. Les attributions spéciales de cette division consistent à veiller à l'effectif du matériel roulant, au bien fondé des demandes journalières de wagons de la part des stations et à la satisfaction de ces demandes, à l'expédition des wagons chargés et vides, à la régularité du chargement et du déchargement du matériel roulant, au mode le plus utile de chargement des wagons et des trains, et à la bonne exécution des manœuvres dans les gares. Relativement au mouvement des trains, cette division élabore, sous la direction du chef du mouvement, les graphiques et l'ordre de la marche des trains de marchandises, de troupes et de service, et en fait parvenir des copies aux services et aux personnes qui y ont droit; elle règle l'horaire et les changements dans la marche des trains supplémentaires et extraordinaires (si les chefs de section ou d'autres agents de la voie ne sont pas chargés de ce soin); elle détermine la composition et le personnel des trains, et a souvent les gardes sous sa dépendance soit immédiate, soit par l'intermédiaire d'agents spéciaux, connus sous le nom d'inspecteurs des gardes. Cette même division concentre aussi tous les calculs du travail des wagons et des trains, et traite toutes les affaires y relatives, y compris les règlements de comptes et même l'utilisation réciproque du matériel roulant. Enfin, c'est à elle qu'incombe la haute surveillance concernant la sécurité, la régularité et l'exactitude du mouvement. A cet effet, elle reçoit toutes les pièces de la comptabilité du service des stations, du service des trains et même du service des télégraphes, en ce qui concerne pour ce dernier le mouvement des trains.

Le tableau suivant indique les ressources et les opérations de la section technique d'un chemin de fer russe d'une grande étendue (de plus de 1,000 verstes).

ANNÉES.	BUREAU DU MOUVEMENT DES TRAINS.					BUREAU DU MOUVEMENT ET DU CHÔMAGE DES WAGONS.				
	Nombre d'employés.	Traitement par an.	Nombre des trains expédiés.			Nombre d'employés.	Traitement par an.	Nombre des wagons utilisés.		
			Total.	Par agent.	Par 100 roub. de traitement.			Total.	Par agent.	Par 100 roub. de traitement.
		Roubles.					Roubles.			
1887. . . .	8.3	6,460	25,036	3,016	388	16.7	10,072	697,698	41,778	6,927
1888. . . .	8.3	6,460	27,099	3,265	419	16.7	10,072	730,089	43,718	7,248
1889. . . .	12.4	7,975	31,998	2,580	401	16.7	12,045	867.584	51,951	7,203
Moyenne pr 3 ans.	9.7	6,965	28,044	2,891	403	16.7	10,730	765,124	45,816	7,131

Division administrative. — Le service du mouvement ainsi que les autres services opèrent dans les limites des budgets approuvés chaque année par le gouvernement. Quelquefois, l'emploi des crédits est subordonné à l'établissement d'une situation préalable détaillée, qui, dans certains chemins de fer, est confiée à l'Administration

centrale, dans d'autres à la direction locale et même aux services qui concentrent alors la comptabilité financière, matérielle et quelquefois technique, ainsi que la statistique des moyens d'action du chemin, tant en matériel qu'en personnel. Avec cette organisation, les divers services sont dans un état de subordination immédiate vis-à-vis de la comptabilité centrale de la direction générale et servent d'intermédiaires entre elle et les organes des lignes. Ce n'est que sur un très petit nombre de chemins dont quelques-uns ont passé à l'État, et dont la comptabilité est centralisée auprès des Administrations, que le service du mouvement joue le simple rôle d'intermédiaire pour transmettre à la comptabilité centrale les documents relatifs aux sommes dépensées par l'exploitation. Dans ce cas, il n'a point de comptabilité à établir, si ce n'est celle de la caisse concernant les avances faites pour menues dépenses d'administration et de bureau.

Le tableau suivant indique les ressources et les opérations de la section administrative sur un chemin de fer russe d'une grande étendue (de plus de 1,000 verstes) :

ANNÉES	TRAITEMENTS DES EMPLOYÉS PERMANENTS ET SUPPLÉMENTAIRES.					COMPTES DE TRAVAUX ET DE FOURNITURES.					COMPTABILITÉ.					CAISSE D'ADMINISTRATION.				
	Nombre d'employés.	Traitement.	Nombre d'employés. Total.	Nombre d'employés. Par employé.	Nombre d'employés. Par 100 roubles.	Nombre d'employés.	Traitement.	Nombre de billets à ordre et de factures. Total.	Nombre de billets à ordre et de factures. Par employé.	Nombre de billets à ordre et de factures. Par 100 roubles.	Nombre d'employés.	Traitement.	Nombre des chapitres des livres. Total.	Nombre des chapitres des livres. Par employé.	Nombre des chapitres des livres. Par 100 roubles.	Nombre d'employés.	Traitement.	Nombre de comptes reçus Total.	Nombre de comptes reçus Par employé.	Nombre de comptes reçus Par 100 roubles.
		R.					R.					R.					R.			
1887 . .	8	5,751	2,602	325.25	45.24	5	8,832	5,112	1,022.40	57.88	1	1,575	2,134	2,134	135.49	1	822	2,214	2,214	269.34
1888 . .	8	5,853	2,673	334.12	45.67	5	8,989	5,550	1,110.00	61.74	1	1,602	2,215	2,215	138.26	1	836	2,430	2,430	290.67
1889 . .	9	6,348	2,705	300.56	42.61	5	8,840	5,794	1,158.80	65.54	1	1,395	2,294	2,294	164.44	1	977	3,210	3,210	328.55
Moyenne pr 3 ans.	8.33	5,984	2,660	31.933	44.45	5	8,887	5,485	1,097.00	61.72	1	1,524	2,214	2,214	145.28	1	878	2,618	2,618	298.18

Division commerciale. — Le plus souvent, on ne trouve concentrées dans cette section que les affaires relatives aux réclamations ainsi qu'à l'examen des questions commerciales concernant les conditions de transport et de tarifs qui, pour une raison quelconque, sont transmises à l'Administration du chemin. Comme c'est au ministère des finances qu'appartient l'initiative de la réglementation des tarifs, presque toutes les directions ont organisé de grandes sections commerciales pour concentrer tout ce qui sert de base à cette question ; en outre, les affaires relatives aux tarifs sont du ressort immédiat du contrôle des recettes, qui dépend lui-même de l'Administration centrale, quoique son siège se trouve assez souvent près de la direction locale de la ligne. C'est pour cette raison que, sur certaines lignes, l'examen des réclamations est passé au directeur de la ligne et même à l'Administration centrale. Le service du mouvement n'a plus dans ses attributions que la surveillance de la partie exécutive du service commercial.

Le tableau suivant montre les ressources et les opérations du service commercial sur un chemin de fer russe d'une grande étendue (de plus de 1,000 verstes) :

ANNÉES.	SERVICE COMMERCIAL.				
	Nombre d'employés.	Traitement par an.	Nombre de lettres de voiture de grande et petite vitesse.		
			Total.	Par agent.	Par 1,000 roubles.
		Roubles.			
1887	1 1/6	680	703,849	603,299	103,507
1888	1 1/4	780	794,891	681,335	101,909
1889	2 1/4	1,600	732,436	325,527	45,777
Moyenne pour 3 ans . .	1.5	1,020	743,725	495,817	72,914

Division du service général. — Cette section comprend l'expédition des affaires concernant le personnel et tout ce qui n'entre pas dans les pouvoirs des divisions spéciales précédentes. Elle comprend aussi l'enregistrement de tous les documents entrants et sortants, et la garde des archives. Quelques lignes font reposer la composition des archives sur des nomenclatures très détaillées des affaires, en les divisant en affaires générales (organiques) et affaires particulières (courantes). La ligne de Saint-Pétersbourg-Varsovie fournit un exemple curieux de cette organisation : la nomenclature de l'expédition des affaires embrasse plus de 300 subdivisions d'espèces.

Le tableau suivant montre les ressources et les opérations du service général ou secrétariat sur un chemin de fer russe de grande étendue (de plus de 1,000 verstes) :

ANNÉES.	BUREAU DE L'INDICATEUR GÉNÉRAL ET DES ARCHIVES.					BUREAU DU PERSONNEL.				
	Nombre d'employés.	Traitement par an.	Nombre d'entrées et de sorties.			Nombre d'employés.	Traitement par an.	Nombre d'employés en service.		
			Total.	Par agent.	Par 100 roub.			Total.	Par agent.	Par 100 roub.
		Roubles.					Roubles.			
1887.	3 1/2	2,940	37,739	10,783	1,284	2 1/3	1,600	2.662	1,141	166
1888.	3 1/2	3,240	48,938	13,982	1,510	2 1/3	1,800	2,673	1,146	149
1889.	4 4/9	3,500	65,923	14,833	1,833	2 1/3	2,000	2,705	1,159	135
Moyenne p^r 3 ans.	3.8	3,227	50,867	13,386	1,576	2.33	1,800	2,680	1,150	149

Personnel de la direction du service de l'exploitation. — La quantité des affaires à traiter est très considérable sur les chemins de fer russes. Les causes de ce fait sont nombreuses, mais il est probable que les principales d'entre elles résident dans les relations financières des lignes avec le gouvernement, — ce qui entraîne une forme

extrêmement compliquée de contrôle financier, technique et des comptes, — dans l'éloignement des directions générales de leurs lignes, dans l'énorme étendue de celles-ci, dans la stricte délimitation de l'activité des services et quelquefois dans la division artificielle du travail, provoquée moins par des conditions économiques que par des raisons de stratégie, de politique ou autres.

Le tableau ci-dessous montre, d'après la moyenne de 1890, le nombre des chefs du mouvement et de leurs adjoints, des chefs de circonscription du service du mouvement, des contrôleurs du mouvement, ainsi que le personnel des bureaux du chef de l'exploitation. Les chemins sont répartis dans l'ordre ascendant des nombres totaux de leurs employés par verste de chemin (les gardes exceptés) et ils sont réunis par groupes pour donner moins d'extension au tableau.

Nombre de lignes.	Longueur exploitée.	Parcours général des trains en milliers de verstes.	Nombre moyen d'employés du mouvement par verste (les gardes exceptés).	Chefs de l'exploitation et leurs adjoints.	Chefs de circonscription et leurs adjoints.	Contrôleurs de toutes catégories.	Personnel des bureaux du chef de l'exploitation.	Total des agents des catégories précédentes.	PAR VERSTE DE LIGNE. Chefs du mouvement et leurs adjoints.	PAR VERSTE DE LIGNE. Chefs de circonscription et leurs adjoints.	PAR VERSTE DE LIGNE. Contrôleurs de toutes catégories.	PAR VERSTE DE LIGNE. Personnel des bureaux du chef de l'exploitation.	PAR VERSTE DE LIGNE. Total des agents des catégories précédentes
10	4,275	8,285	0.95	19	...	23	217	259	0.004	...	0.005	0.05	0.06
10	6,026	20,333	1.66	27	7	45	317	396	0.004	0.001	0.007	0.05	0.06
10	4,550	19,655	2.10	23	4	61	275	363	0.005	0.001	0.013	0.06	0.08
10	8,102	43,086	2 72	34	15	82	492	623	0.004	0 002	0.010	0.06	0.08
10	3,773	32,223	4.08	25	1	83	331	440	0.007	0.0003	0.020	0.09	0.12

3. — Service des stations.

Considérations générales. — L'organisation du service des stations sur les chemins de fer russes offre quelques particularités qui rappellent en partie les chemins de l'Amérique du Nord et de l'Autriche-Hongrie. Ces particularités résident dans les côtés défectueux de l'organisation technique de la station russe, qui ont déjà été signalés à diverses reprises. La confusion des emplacements des bâtiments de voyageurs et de marchandises, disposés le plus souvent en groupes parallèles greffés sur une seule et même base, l'étendue considérable des voies et l'éloignement des aiguilles extrêmes du centre de chaque station, la disposition des voies à beaucoup de grandes stations intermédiaires entre les bâtiments pour voyageurs et les entrepôts de marchandises, le faible développement et la centralisation insuffisante des signaux réduits à l'emploi du télégraphe Morse, tout cela suscite les plus grands embarras dans la réception et l'expédition des trains lourdement chargés et de longueur considérable, ainsi que dans l'exécution des manœuvres de gare. Ces conditions, étant donnés la surveillance sévère de la police et de la justice et le faible degré d'instruction de la plupart de nos employés, provoquent souvent une division artificielle du travail, à tel point que quelques chemins

ont même détaché le service télégraphique des stations pour en former une branche de service tout à fait autonome avec des agents spéciaux. Un personnel nombreux dans les stations abaisse le taux des salaires, ce qui abaisse, à son tour, la valeur du travail du personnel. Puis, les fluctuations considérables qui se produisent dans l'intensité du mouvement des marchandises obligent d'entretenir un contingent plus ou moins grand d'employés et d'ouvriers provisoires, du moins pour ce qui concerne les opérations se rattachant au service de petite vitesse, c'est-à-dire au chargement et au déchargement des marchandises et à la manœuvre des wagons.

Ces circonstances ont déterminé beaucoup de lignes, surtout dans les rayons centraux, à recourir au commencement au principe de l'*artel* (communauté d'artisans), si enraciné dans l'organisation économique du pays, afin de faire exécuter les opérations dont il s'agit. C'est de 1850 à 1860 que cette idée reçut sa plus large application sur le chemin Nicolas, alors exploité par l'État. L'entrepreneur (1) Kharitchkov se chargea de tout ce qui concerne l'expédition et la partie commerciale, à l'exception des tarifs. Plus tard, après la suppression de ce contrat, beaucoup de lignes organisèrent des *artels* (à caution mutuelle) pour le chargement, le déchargement, la conservation et le transport des marchandises. Quoique cette organisation ait presque partout été abandonnée et que l'exécution des travaux se fasse maintenant par voie administrative, il faut avouer qu'à côté de certains défauts, le système de l'*artel* offre des avantages considérables en ce qu'il simplifie l'administration et facilite la détermination des dépenses. D'un autre côté, le désavantage des travaux accomplis par voie administrative, avec un personnel permanent payé sur états de salaires, a fait naître l'idée de rétribuer la main-d'œuvre à la tâche avec des primes, de manière que tous les employés d'une station composent une sorte d'*artel* uni par des avantages mutuels. Cette idée énergiquement prônée depuis 1870 est actuellement appliquée dans la pratique par plusieurs lignes. Enfin, les opérations de chargement et de déchargement sont accomplies d'après ce dernier procédé, moitié en régie, moitié à la tâche, sur la plupart des chemins russes. Ces essais ont toujours donné de meilleurs résultats quand ils ont été faits convenablement, c'est-à-dire avec la sollicitude et la surveillance qu'ils méritent (2).

Les dépenses énormes et toujours croissantes que réclame le service des stations conduisent à la nécessité d'entrer dans les détails de ses principales opérations, ce qui n'est possible qu'en s'appuyant sur la statistique. A cet effet, tous les employés des chemins russes sont répartis en huit catégories sous lesquelles on les fait figurer dans les comptes rendus : *a*) chefs de station et leurs adjoints; *b*) agents préposés au service des

---

(1) L'artel n'est pas toujours une simple communauté d'ouvriers. Au lieu de se grouper en une association temporaire, les ouvriers font assez souvent marché avec un entrepreneur qui possède un petit capital; ils reçoivent alors des gages mensuels fixes. Il s'agit donc, dans l'espèce, de véritables contrats d'entreprise. (Note de M. L. W.)

(2) Des recherches très précises ont été faites sur le prix de revient de la main-d'œuvre pour le service des stations du chemin de fer de Kharkov-Nicolaïev par M.A. Radzig, et pour la ligne Nicolas par l'auteur de cette partie de l'*Aperçu*.

voyageurs, des bagages et des marchandises; *c*) agents préposés aux manœuvres et au décompte des wagons; *d*) télégraphistes; *e*) signalistes; *f*) aiguilleurs; *g*) agents chargés de la propreté des stations, de l'éclairage et du chauffage des locaux; *h*) ouvriers employés au chargement et au déchargement des marchandises. Les comptes rendus contiennent, en outre, une annexe spéciale (n° 12) pour les opérations des stations et les nombres des trains, des voyageurs, des lettres de voiture pour bagages et marchandises, des wagons, des dépêches, des pouds chargés et déchargés par les stations, ainsi que (n° IV) pour les nombres des appareils à signaux et des aiguilles, pour la surface occupée par les bâtiments de voyageurs et de marchandises, etc. A l'aide de ces données, on peut établir toute une série de tableaux dans le but de montrer la force productive du travail des catégories d'employés et d'ouvriers énumérées ci-dessus.

Pour montrer les conditions dans lesquelles se trouve le personnel des stations sur les chemins de fer russes, nous reproduisons à la page suivante un tableau dont les données ont été empruntées à l'un de ceux-ci.

CHEFS ET SOUS-CHEFS DE GARE. — Les chefs de station concentrent entre leurs mains la direction générale de toutes les parties techniques et commerciales du service des stations. Il est du devoir de ces agents de recevoir et d'expédier personnellement les trains et de ne se faire remplacer pour cette partie du service que par leurs adjoints ou suppléants. Ce n'est qu'aux stations considérables d'embranchement et de têtes de ligne qu'ils sont dispensés de cette obligation. Les attributions, les droits et les obligations des chefs de station des chemins de fer russes ressemblent tellement à ceux des chemins de l'Europe occidentale, qu'il est superflu d'entrer ici dans de plus amples détails sur les devoirs de ces agents. Il est extrêmement rare qu'on les charge, en Russie, d'autres branches du service; une décision spéciale du Ministre des voies de communication leur interdit, ainsi qu'à tous les employés du Ministère des voies de communication, de coopérer aux opérations des bureaux de commission et des sociétés de transports. Dans la plupart des stations, tout ce qui concerne la caisse se concentre dans la personne des chefs de station; toute la comptabilité et tous les comptes rendus sont sous leur surveillance immédiate et celle-ci constitue même souvent une de leurs obligations principales. L'énorme étendue des gares, la complication des manœuvres, l'irrégularité du mouvement provenant des fluctuations dans le trafic à certains mois et même à certains jours, l'imperfection des signaux et l'emploi exclusif du télégraphe Morse, la rigueur du climat, tout cela rend les fonctions des chefs de station (ou de leurs adjoints) plus difficiles que sur les chemins de l'Occident; si on prend comme terme de comparaison les railways anglais, où le haut degré de développement des signaux (block- et interloking-system) réduit toute la régularisation du mouvement à une série de manipulations d'appareils confiés à des agents spéciaux, la différence serait encore plus grande. L'importance des fonctions dont il s'agit dépend d'ailleurs, en Russie comme à l'étranger, du caractère, des dimensions et de l'importance des stations mêmes.

Les adjoints des chefs de station ou sous-chefs de station ont pour rôle spécial de

RELEVÉ GÉNÉRAL DE LA SITUATION DU PERSONNEL DES STATIONS SUR UN CHEMIN DE FER RUSSE.

Numéros d'ordre.	DÉSIGNATION DES EMPLOIS.	Nombre de personnes.	En service permanent.	En service temporaire.	CONDITION. De noblesse héréditaire ou personnelle.	CONDITION. De bourgeoisie héréditaire ou personnelle.	CONDITION. Marchands et artisans.	CONDITION. Paysans.	INSTRUCTION. Avec certificats d'études. Enseignement supérieur.	INSTRUCTION. Avec certificats d'études. Enseignement secondaire.	INSTRUCTION. Avec certificats d'études. Enseignement primaire.	INSTRUCTION. Sans certificats d'études.	INSTRUCTION. Illettrés.	Age moyen, en général.	ÉTAT CIVIL. Non mariés.	ÉTAT CIVIL. Mariés.	ÉTAT CIVIL. Age moyen des individus mariés au moment de leur mariage.	ÉTAT CIVIL. Age moyen des femmes.	ÉTAT CIVIL. Nombre d'individus sans enfants.	ÉTAT CIVIL. Nombre d'individus avec enfants.	ÉTAT CIVIL. Nombre moyen d'enfants.	ÉTAT CIVIL. Age moyen des enfants.	OCCUPATIONS ANTÉRIEURES. Service de l'État. Militaire.	OCCUPATIONS ANTÉRIEURES. Service de l'État. Civil.	OCCUPATIONS ANTÉRIEURES. Service des chemins de fer.	OCCUPATIONS ANTÉRIEURES. Service privé.	OCCUPATIONS ANTÉRIEURES. Commerce.	OCCUPATIONS ANTÉRIEURES. Métiers.	OCCUPATIONS ANTÉRIEURES. Agriculture.	OCCUPATIONS ANTÉRIEURES. Auprès de leurs parents.	STATISTIQUE DÉMOGRAPHIQUE. Age moyen à l'entrée au service.	STATISTIQUE DÉMOGRAPHIQUE. Durée moyenne du service.	STATISTIQUE DÉMOGRAPHIQUE. Moyenne des mutations.	STATISTIQUE DÉMOGRAPHIQUE. Appointements moyens. Premiers, lors de l'entrée en service.	STATISTIQUE DÉMOGRAPHIQUE. Appointements moyens. Derniers, actuels.	STATISTIQUE DÉMOGRAPHIQUE. Taux d'augmentation.
1	Chefs de station et leurs adjoints	102	102	...	41	17	27	17	4	22	36	40	...	40	24	78	22	31	23	55	3	7	13	30	15	12	4	...	3	25	23	14	3	325	681	109
2	Agents chargés de l'expédition des voyageurs, des bagages et des marchandises. .	672	490	182	116	51	301	204	4	56	198	408	6	32	292	380	23	31	123	257	3	2	113	72	54	150	74	7	68	134	31	22	2	303	181	59
3	Accrocheurs, agents chargés de la composition des trains, ou du décompte des wagons	274	189	85	9	6	51	208	...	3	22	165	84	28	90	184	21	30	66	118	3	5	70	13	9	17	14	4	116	31	27	5	1	197	258	31
4	Télégraphistes . . .	244	218	26	9	37	97	101	...	...	62	182	...	24	167	77	24	27	24	53	2	4	11	17	16	10	2	2	44	142	19	6	1	189	219	16
5	Signaleurs	3	3	...	1	...	1	1	...	...	...	3	...	39	...	3	23	35	1	2	2	4	...	...	...	1	...	1	1	...	35	4	...	184	184	...
6	Aiguilleurs	502	444	58	3	1	36	462	...	...	...	173	329	43	124	378	26	49	121	257	2	9	224	15	17	29	2	7	184	24	28	7	1	202	219	8
7	Agents chargés de l'entretien, de la propreté, du chauffage et de l'éclairage des locaux.	352	339	13	1	4	30	317	...	1	7	212	132	19	64	288	26	32	98	190	2	8	160	14	17	41	7	10	93	10	25	5	1	168	185	10
	Total. . .	2149	1785	364	180	116	543	1310	8	82	325	1183	551	31	761	1388	24	36	456	932	2	5	591	161	128	260	103	31	509	366	23	9	1	224	318	42

seconder les chefs de station lors de la réception et de l'expédition des trains; mais il n'est pas rare que ces agents cumulent d'autres fonctions, telles que la caisse, le télégraphe, etc.

Le tableau suivant indique le nombre des chefs de gare et de leurs adjoints, ainsi que celui des trains expédiés par les stations, *d'après la moyenne d'un mois.*

Nombre de lignes.	Longueur exploitée.	Nombre de gares.	Moyenne par verste du nombre des employés du mouvement les gardes-trains exceptés[1].	Chefs de gare et leurs adjoints.	TRAINS LOCAUX ET DIRECTS.		Total des trains.	Nombre de trains par chef ou sous-chef de gare.
					Grande et moyenne vitesse.	Petite vitesse.		
10	4,275	247	0.95	435	19,744	27,620	47 364	109
8	4,613	308	1.68	779	33,119	48,068	81,187	104
4	1,785	132	1.98	398	13,113	26,978	40,086	101
9	7,404	586	2.75	1,620	90,463	175,242	265,705	164
9	3,748	320	4.08	895	69,133	143,940	213,073	238

AGENTS PRÉPOSÉS A L'EXPÉDITION DES VOYAGEURS, DES BAGAGES ET DES MARCHANDISES. — Il est admis comme règle générale que le service commercial des stations soit réuni au service technique, c'est-à-dire qu'il incombe aux chefs de gare et à leurs adjoints. Pourtant, aux grandes gares, la division du travail de cette catégorie est poussée à l'extrême. Ainsi, par exemple, sur un chemin de fer russe, elle comprend jusqu'à cinquante différentes dénominations d'emploi, dont le chiffre des appointements annuels varie de 180 à 1,800 roubles, sans compter le logement ou l'indemnité correspondante. Les fonctions de ces agents comprennent le service des voyageurs et des bagages, ainsi que la réception et l'expédition des marchandises de toutes dénominations, l'établissement de tous les documents, la tenue des livres et des comptes rendus, dont il a été parlé en détail plus haut dans la section commerciale de l'exploitation. Il entre aussi dans leurs attributions de prendre toutes les dispositions relatives au chargement et au déchargement des transports; quant à ces opérations en elles-mêmes, c'est l'affaire d'ouvriers spéciaux, quand les chemins ne recourent pas au système des concessions pour cette opération.

Dans le tableau suivant, voici la base que nous avons prise pour comparer le nombre des agents avec le degré d'activité commerciale des gares correspondantes. Comme les chefs de gare et leurs adjoints sont chargés du service commercial dans toutes les gares où il n'est pas confié à un personnel spécial, il est nécessaire d'ajouter le nombre de ces employés à celui des agents expéditionnaires pour pouvoir comparer les différentes stations; on obtient ainsi le chiffre total des agents employés à l'expédition

des voyageurs, des bagages et des marchandises. *La moyenne mensuelle* du nombre des voyageurs et du nombre des lettres de voiture pour bagages et marchandises sert à mesurer le degré d'activité commerciale des stations.

Nombre de lignes.	Longueur exploitée.	Nombre de gares.	Nombre moyen par verste des agents du mouvement (les gardes-trains exceptés).	Chefs de gare et leurs adjoints.	Agents préposés à l'expédition des voyageurs, des bagages et des marchandises.	Total des agents de cette catégorie.	Billets de voyageurs vendus.	Bulletins de bagages délivrés.	QUANTITÉ d'expédition de marchandises d'après le nombre des lettres de voiture.	QUANTITÉ d'arrivées de marchandises d'après le nombre des lettres de voiture.	Total des lettres de voiture.	PAR AGENT DU SERVICE COMMERCIAL. Billets.	PAR AGENT DU SERVICE COMMERCIAL. Bulletins de bagages.	PAR AGENT DU SERVICE COMMERCIAL. Lettres de voiture.
10	4,275	247	0.95	435	832	1,267	217.436	27,889	92,323	96,321	188,644	172	22	149
8	4,613	308	1.68	779	1,370	2,149	712.667	36,000	305,000	149,000	454,000	331	16	211
4	1,785	132	1 98	398	560	958	270,000	14,000	49.000	53,000	102,000	282	15	106
9	7.404	586	2.75	1,620	2,960	4,580	960,250	92,804	272 000	262,000	534,000	210	20	117
9	3.748	320	4.08	895	3,062	3,957	903,000	72,000	258,000	237,000	495,000	228	18	125

Agents préposés aux manœuvres et au décompte des wagons. — Il faut comprendre sous ce titre les agents qui composent les trains, les accrocheurs, les serre-freins (aux stations de triage par la gravité), ainsi que tous les employés des stations chargés du décompte des wagons. Les employés chargés de la composition des trains sont les chefs-manœuvres; les manœuvres elles-mêmes sont faites sous la surveillance des chefs et sous-chefs de gare. L'agent préposé à la composition d'un train en manœuvre a sous ses ordres directs un ou deux accrocheurs. Quand il s'agit de voitures vides de voyageurs ou de wagons de marchandises, le chef d'équipe et les accrocheurs peuvent être chargés du déplacement des aiguilles, nécessité qui ne se produit d'ailleurs que par exception. Les agents dont il s'agit, comme généralement la grande partie du personnel, sont recrutés parmi les anciens militaires. Malheureusement, lorsque les manœuvres sont compliquées, il se produit souvent des accidents de personnes, par suite des difficultés de communication dans d'immenses stations le plus souvent mal éclairées, et par suite aussi de l'incurable témérité du Russe. Quant aux agents chargés spécialement du décompte des wagons et des trains, on ne les rencontre qu'aux grandes stations. Dans la majorité des petites et des moyennes stations, ce sont les chefs de gare et leurs adjoints qui sont chargés d'enregistrer l'entrée et la sortie des wagons; ils prennent aussi l'initiative de tous les mouvements qui se produisent dans les gares. Voilà pourquoi il faut aussi comprendre les chefs et sous-chefs de gare dans la catégorie des employés dont nous nous occupons, comme nous l'avons déjà fait pour le service commercial. Les moyennes correspondantes comprennent aussi *les données moyennes par mois*.

Nombre de lignes.	Longueur exploitée.	Nombre de gares.	Nombre moyen des agents du mouvement par verste (les gardes-trains exceptés).	Chefs de gare et leurs adjoints.	Agents chargés de la composition de l'accrochage et du décompte des wagons.	Total des agents de cette catégorie.	Quantité de wagons de voyageurs		Quantité de wagons de marchandises		Total des wagons expédiés et arrivés.	Nombre de wagons par agent.
							expédiés.	arrivés.	expédiés.	arrivés.		
10	4,275	247	0.95	435	169	604	9,321	9,316	107,000	107,000	232,637	385
8	4,613	308	1.68	779	344	1,123	24,000	24,000	241,000	241,000	530,000	472
4	1,785	132	1.98	398	134	532	11,000	11,000	121,000	121,000	264,000	496
9	7,404	586	2.75	1,620	1,068	2,668	87,000	88,000	652,000	648.000	1,475,000	553
9	3,748	320	4.08	895	1,028	1,923	23,292	18,625	227,000	225,000	493,917	257

Agents chargés des signaux. — Ces emplois n'existent que sur les chemins où se trouve introduit le block-system, ou bien encore sur ceux où l'on a établi des appareils d'enclenchement réciproque des signaux et des aiguilles (interlocking-system).

Les employés de cette catégorie sont chargés de la garde et de l'entretien des signaux qui leur sont confiés, conformément à des instructions spéciales. Ils sont recrutés le plus souvent parmi les anciens militaires; leurs appointements annuels varient entre 180 et 360 roubles. Le tableau suivant donne le rapport entre le nombre de ces employés et celui des appareils.

Nombre de lignes.	Longueur exploitée.	Nombre de gares.	Nombre moyen des agents du mouvement par verste (les gardes-trains exceptés).	Signalistes.	Signaux permanents des stations.						Total des signaux permanents.	Nombre de signaux par agent.	Observations.
					Semaphores.	Disques rouges.	Disques verts.	Signaux de bloc.	Cloches.	Autres.			
10	4,275	247	0 95	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
8	4,613	308	1.68	...	...	...	...	.	...	..	...	...	
4	1,785	132	1.98	...	...	...	..	...	..	..	...	...	
9	7.404	586	2.75	(*) 13	27	148	136	..	98	...	409	31	(*) N'existent que sur le chemin de fer de Saint-Pétersbourg-Varsovie.
9	3,748	320	4.08	(**) 124	149	...	74	...	352	...	575	5	(**) N'existent que sur le chemin Nicolas.

Aiguilleurs. — Les aiguilleurs sont commis à la garde et à l'entretien des appareils de changement de voie, ainsi qu'à leur manipulation. C'est le nombre des opérations d'aiguillage, ainsi que le mode de manœuvre des appareils, qui détermine la répartition des aiguilles par postes, ainsi que la distinction de ceux-ci en postes avec ou sans alternance de service. L'un des aiguilleurs attachés aux stations est ordinairement chargé de surveiller les autres, et il reçoit le nom d'aiguilleur en chef.

Le salaire des aiguilleurs varie de 150 à 300 roubles par an.

Nombre de lignes.	Longueur exploitée.	Nombre de gares.	Nombre moyen par verste des agents du mouvement les gardes-trains exceptés.	Aiguilleurs.	Aiguilles.	Nombre d'aiguilles par agent.
10	4,275	247	0.95	842	3,158	4
10	6,026	389	1.68	2,201	5,154	2
10	4,550	343	1.98	2,027	4,221	2
19	8,102	623	2.75	4,851	8,849	2
10	3,773	324	4.08	3,134	4,490	2

Agents chargés du nettoyage, du chauffage et de l'éclairage des stations. — Cette catégorie d'agents ne donne lieu à aucune remarque. Le tableau suivant montre le rapport qui existe entre leur nombre et la surface occupée par les locaux.

Nombre de lignes.	Longueur exploitée.	Nombre de gares.	Nombre moyen par verste des agents du mouvement (les gardes-trains exceptés).	Agents chargés du nettoyage, du chauffage et de l'éclairage des locaux.	Surface en sagènes carrées		Total de la surface en sagènes carrées.	Nombre de sagènes carrées par agent.
					Bâtiments pour voyageurs et bureaux.	Bâtiments pour marchandises et bureaux.		
10	4,275	247	0.95	464	13,091	880	13,971	30.11
10	6,026	389	1.66	987	25,791	992	26,783	27.14
10	4,550	343	2.10	878	17,582	683	18,265	20.80
10	8,102	623	2.72	1,577	45,609	5,843	51,452	32.63
10	3,773	324	4.08	1,540	22,109	1,368	23,473	15.24

Ouvriers chargés du chargement et du déchargement des bagages et des marchandises, aux frais des chemins de fer, dans les gares. — Ce sont en partie des employés appointés par le chemin de fer et en partie des ouvriers à la journée, souvent engagés par des *artels* ou corporations spéciales, comme cela existe, par exemple, dans les grandes gares de marchandises de Saint-Pétersbourg, de Moscou et d'autres centres. Comme on ne peut pas trop se fier aux données fournies sur le nombre de pouds chargés et déchargés aux frais des chemins de fer, et que les comptes ne sont établis que pour les ouvriers commissionnés, il faut renoncer à tirer des conclusions relativement à cette catégorie d'agents.

Nombre total des employés du mouvement, les gardes-trains exceptés. — Ce nombre est indiqué dans le tableau suivant :

Nombre de lignes.	Longueur exploitée.	Nombre de gares.	Nombre moyen par verste des agents du mouvement (les gardes-trains exceptés).
10	4,275	247	0.95
10	6,026	389	1.66
10	4,550	343	2 10
10	8,102	623	2.72
10	3,773	324	4 08

4. — Service des trains

Considérations générales. — Pour apprécier à sa juste valeur l'importance du service des trains sur les chemins russes, il faut prendre en considération tant la nature des transports que la vitesse du mouvement. La nature des transports influe sur la quantité et la qualité du personnel; le faible développement du mouvement des voyageurs, qui se compose principalement de voyageurs de 3e et de 4e classe, et la prédominance des transports de marchandises de peu de valeur, forcent les chemins de fer à s'occuper moins des facilités du trafic que de sa préservation et de la sécurité du mouvement. C'est ce qui explique pourquoi le degré d'instruction du personnel du service des trains est encore inférieur à celui du personnel des stations; mais, par contre, on est bien plus exigeant sous le rapport de l'aptitude physique et de la discipline. La longueur considérable des trains a une influence décisive sur la quantité du personnel; celle-ci dépend principalement des conditions techniques, c'est-à-dire presque exclusivement du nombre de freins dans un train. De plus, une proportion considérable de wagons n'est chargée que de marchandises de bas prix, transportées par chargements complets et sous plombs.

Le chef de train est responsable de la conduite du train pendant la marche; c'est lui qui est chargé de la réception et de la délivrance de tous les colis et wagons aux stations destinataires, expéditionnaires et d'échange, ainsi que des documents correspondants; il veille à la régularité et à la sécurité du mouvement; il tient un journal de la marche du train; il commande les freins dans les trains de marchandises et dirige les manœuvres en cas de nécessité. Cette dernière règle ne reçoit guère d'application dans nos gares, parce que le chef du train est occupé au bureau de la gare pendant l'arrêt et que le personnel des stations est assez nombreux.

Le plus souvent, il n'y a d'autre différence entre les chefs de train et les simples gardes-trains que dans le chiffre de leurs appointements. Leurs fonctions sont les mêmes que sur les chemins de fer de l'Europe occidentale, si ce n'est que le contrôle des billets

incombe en Russie, à peu d'exceptions près, aux chefs-gardes; les simples gardes prêtent leur concours en ce qui concerne la surveillance des voyageurs.

Dans le tableau suivant, on a mis en regard le nombre des gardes des différentes catégories avec le parcours *annuel* (1890) des trains, afin de se rendre compte des services rendus par cette catégorie d'employés.

Nombre de lignes.	Longueur exploitée.	Nombre de gares.	Nombre moyen par verste des agents du mouvement (les gardes exceptés).	Chefs de trains.	Gardes-bagages.	Autres gardes.	Nombre total des gardes.	Parcours des trains de grande et de moyenne vitesse.	Parcours des trains de petite vitesse.	Parcours général de tous les trains.	Nombre de train-verstes par garde.
10	4,275	247	0.95	107	83	533	723	3,953,000	4,332,000	8,285,000	11,459
10	6,026	389	1.66	441	188	1,459	2,088	8,228,000	12,105,000	20,333,000	9,738
10	4,550	343	2.10	459	250	1,562	2,271	6,117,000	13,538,000	19,655,000	8,655
10	8,102	663	2.72	1,149	836	4,236	6,221	13,850,000	29,236,000	43,086,000	6,924
10	3,773	324	4.08	692	419	2,470	5,381	10,449,000	21,774,000	32,223,000	5,988

5. — Service du télégraphe.

Voici le tableau des dépenses relatives au télégraphe pendant la dernière période décennale :

ANNÉES	Longueur des lignes en exploitation à la fin de l'année (1).	DÉPENSES DU SERVICE DU TÉLÉGRAPHE. Totales.	Par verste.	Par train-verste.	En p. c. de la dépense totale.
	Verstes.	Roubles.	Roubles.	Copecks.	P. c.
1890	(26,679) 27,238	3,499,136.47	131.16	2.8	2.0
1889	(26,314) 26,554	3,513.696.04	133.53	2.9	2.1
1888	(25,574) 26,133	3,046,876.24	119.14	2.5	1.9
1887	(24,780) 25,367	2,926,060.04	118.08	2.7	2.0
1886	(24,295) 24,508	3,127,044.39	128.71	3.1	2.2
1885	(23,535) 24,041	3,024,612.97	128.51	2.9	2.1
1884	(22,507) 23,039	3,150,311.36	139,97	3.1	2.2
1883	(21,901) 22,215	3,109,070.88	141.96	3.0	2.1
1882	(21,321) 21,593	3,036.849.79	142.43	3.1	2.1
1881	(21,231) 21,262	2,991,188.35	140.89	3.1	2.0
1880	(21,126) 21,226	2,543,312.78	120.39	2.7	1.7

(1) Les chiffres entre parenthèses indiquent la longueur moyenne exploitée.

Ce tableau montre que les dépenses, frais de réparations compris, se sont élevées pendant ces dix ans de 2.5 à 3.4 millions de roubles en tout et de 120.3 à 131.1 roubles par an et par verste, tout en accusant une fixité notable dans la moyenne par train-

verste (de 2.7 à 2.8 copecks). Cependant, d'après *la classification officielle*, les dépenses pour l'entretien du télégraphe sont déclarées indépendantes du mouvement.

Conformément aux règlements d'établissement, d'entretien, de réparation et d'exploitation approuvés par décret impérial en 1880, le télégraphe des chemins de fer constitue un service à part; celui-ci est composé du chef du télégraphe et de son adjoint, des contrôleurs et des mécaniciens et, enfin, des télégraphistes. A ce service appartiennent aussi tous les signaux électriques de la voie, tels que téléphones, sonneries, sémaphores électriques, etc.

Les règlements relatifs à ce service sont soumis actuellement à l'examen du gouvernement, afin d'établir un lien plus étroit entre cette section et le service du mouvement. C'est aussi dans ce but que, sur la plupart des lignes, on exige que tous les employés du mouvement sachent télégraphier, et que sur les chemins de fer de l'État, on veut que toutes les petites stations n'ayant pour personnel que le chef de gare, son adjoint et deux employées du télégraphe, soient pourvues, pour satisfaire à la fois aux exigences du mouvement et du télégraphe tant que l'activité de celui-ci n'a pas atteint un certain degré de développement, d'un chef de gare et de deux adjoints sachant tous trois télégraphier.

Les agents du télégraphe ne sont chargés que de ce qui regarde ce service, ce qui permet de comparer facilement le nombre des employés avec celui des opérations *d'après la moyenne d'un mois* (1890).

Nombre de lignes.	Longueur exploitée.	Nombre de gares.	Nombre moyen des agents du mouvement par verste (les gardes exceptés).	Employés du télégraphe.	APPAREILS		DÉPÊCHES		Nombre total de dépêches par mois.	PAR AGENT ET PAR MOIS		
					télégraphiques.	téléphoniques.	privées.	de service.		appareils télégraphiques.	appareils téléphoniques.	dépêches.
10	4,275	247	0.95	505	468	73	13,511	257,973	271,484	0.93	0.14	598
8	4,613	308	1.68	926	597	83	30,000	484,000	514,000	0.65	0.09	566
4	1,785	132	1.98	413	219	49	17,000	270,000	287,000	0.53	0.12	695
9	7,404	586	2.75	2,228	1,113	199	144,000	2,688,000	2,832,000	0.49	0.08	1,226
9	3,748	320	4.08	1,212	571	72	38,365	1,155,132	1,193,497	0.47	0.06	994

Pour remplir les fonctions d'employé au télégraphe, il faut avoir au moins 18 ans révolus. En réalité, les aspirants à cet emploi sont souvent plus jeunes; il n'est pas rare qu'on les recrute parmi les enfants des employés de la ligne.

La classe nombreuse des employés du télégraphe formant une partie considérable du personnel des gares, représente une sorte d'école ou de noviciat, par où doivent nécessairement passer ceux qui désirent se consacrer au service des stations. Cette mesure adoptée sur presque tous les chemins produit de très bons résultats.

Remarque générale sur le chapitre IV.

Les tableaux des pages 130, 134, 135, 136, 137, 138, 139 et 140 du chapitre IV, de la troisième partie du présent aperçu, comprennent les chemins de fer suivants :

Page 130 (chefs du mouvement et leurs adjoints, chefs de section et leurs adjoints, contrôleurs de toutes les catégories et personnel des bureaux d'administration centrale); page 137 (aiguilleurs et employés chargés de la propreté, du chauffage et de l'éclairage des stations); page 138 (total des employés du mouvement, les gardes exceptés), et page 139 (chefs-gardes et simples gardes).

10 lignes, d'une étendue de 4,275 verstes : Samara-Zlatooust, Mourom, Poléssié, Chouïa-Ivanovo, Livny, Baskountchak, Pskov-Riga, Novgorod, Oural et Varsovie-Térespol.

10 — — de 6,026 verstes : Vladicaucase, Kharkov-Nicolaïev, Mitau, Donétz, Kozlov-Saratov, Fastov, Orenbourg, Ivangorod-Dombrova, Rybinsk-Bologoë et Syzrane-Viazma.

10 — — de 4,550 verstes : Cathérine, Moscou-Iaroslav-Vologda, Lozovo-Sébastopol, Libau-Romny, Borovitchi, Koursk-Kharkov-Azov, Koursk-Kiev, Novotorjok, Oboïane et Riga-Toukoum.

10 — — de 8,102 verstes : Vistule, Baltique, Griazi-Tsaritzyne, Saint-Pétersbourg-Varsovie, Koslov-Voronège-Rostov-Riga-Dvinsk, Transcaucase, Sud-Ouest, Orel-Griazi et Orel-Vitebsk.

10 — — de 3,773 verstes : Dvinsk-Vitebsk, Moscou-Brest, Nijni-Novgorod, Moscou-Koursk, Moscou-Riazane, Tsarskoë-Sélo, Riazane-Kozlov, Varsovie-Vienne, Nicolas et Lodz.

Page 134 (chefs de gare et leurs adjoints); page 135 (agents préposés à l'expédition des voyageurs, des bagages et des marchandises); page 136 (agents préposés aux manœuvres de gare et aux décomptes des wagons, et agents préposés aux signaux); page 140 (télégraphistes).

10 lignes, d'une étendue de 4,275 verstes : Samara-Zlatooust, Mourom, Poléssié, Chouïa-Ivanovo, Livny, Baskountchak, Pskov-Riga, Novgorod, Oural et Varsovie-Térespol.

8 — — de 4,613 verstes : Kharkov-Nicolaïev, Mitau, Donétz, Koslov-Saratov, Fastov, Ivangorod-Dombrova, Rybinsk-Bologoë, Sysrane-Viazma.

4 — — de 1,785 verstes : Cathérine, Moscou-Iaroslav-Vologda, Lozovo-Sébastopol et Riga-Toukoum.

9 — — de 7,404 verstes : Vistule, Baltique, Saint-Pétersbourg-Varsovie, Kozlov-Voronège-Rostov, Riga-Dvinsk, Transcaucase, Sud-Ouest, Orel-Griazi et Orel-Vitebsk.

9 — — de 3,748 verstes : Dvinsk-Vitebsk, Moscou-Brest, Nijny-Novgorod, Moscou-Koursk, Moscou-Riazane, Riazane-Kozlov, Varsovie-Vienne, Nicolas et Lodz.

